Yellow
q 9/16 X b 1/4

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

trente troisième

33

B.2.10

QK1
.R44
1921
v.33

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TRENTE-TROISIÈME

PARIS

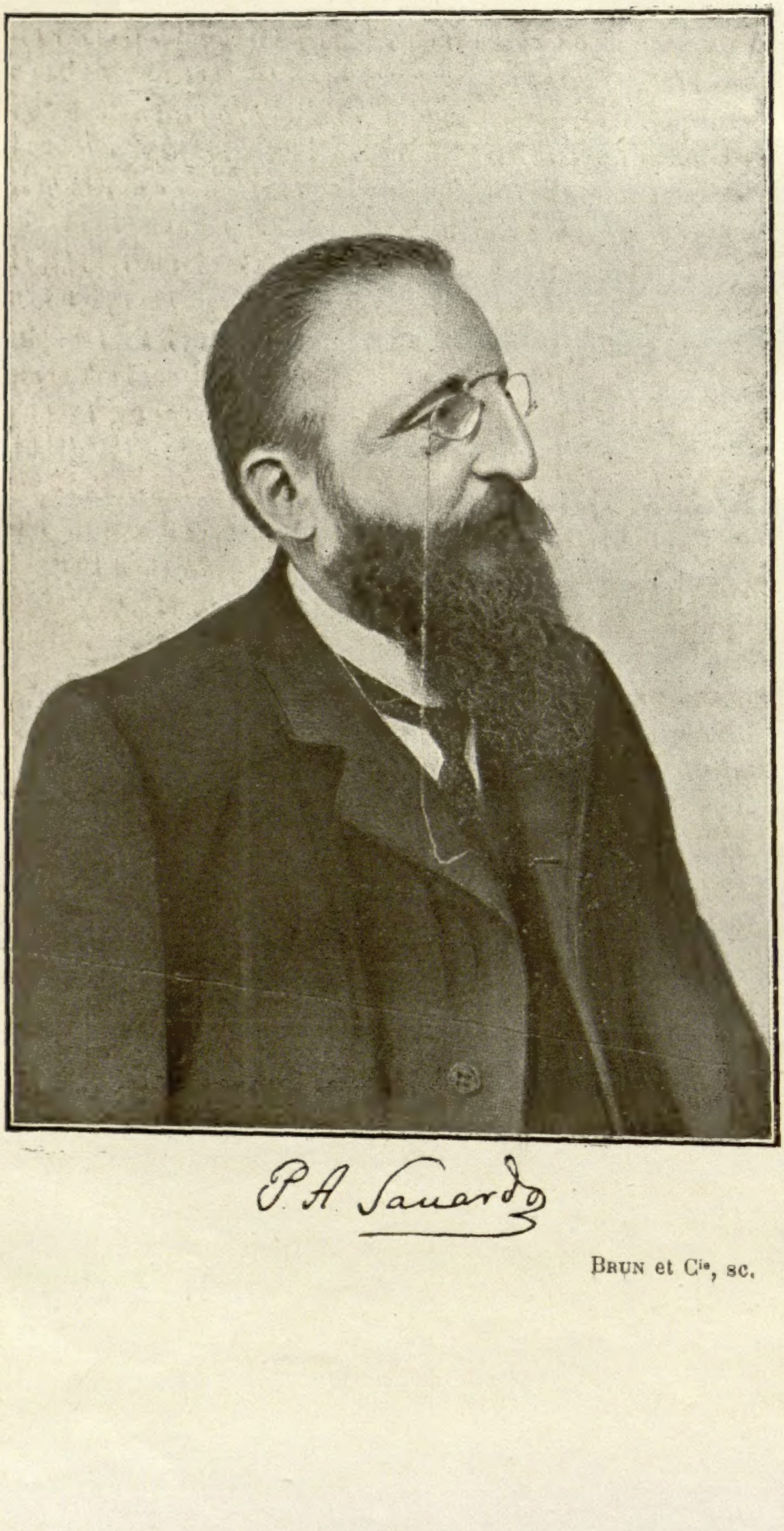
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT

4, RUE DANTE, 4

1921

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY
RECEIVED
JUL 10 1925

B 2.70



P. A. Saurado

BRUN et Cie, sc.

NOTICE SUR L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE

DU PROFESSEUR SACCARDO

par M. Léon DUFOUR

La science botanique italienne a fait récemment une perte considérable dans la personne du Professeur Saccardo, dont les Botanistes de tous les pays, les Mycologues en particulier, connaissent le nom comme celui d'un savant doué d'un esprit ingénieux, d'une vaste érudition, d'une puissance de travail considérable. Le premier travail de Saccardo est de 1861, le dernier de 1919 ; 58 ans d'une vie uniquement consacrée à la science!

Saccardo n'a pas eu une carrière mouvementée. Né en 1845, à Trévise, il fut Assistant à l'Université de Padoue de 1866 à 1872 ; il professa à l'Institut technique de la même ville de 1869 à 1879 ; puis il revint à son Université en qualité de Professeur titulaire et de Directeur du Jardin Botanique, poste qu'il occupa jusqu'en 1915. Il quitta l'enseignement à cette époque, mais ne cessa pas de travailler.

Saccardo eut de bonne heure l'amour des plantes. A l'âge de treize ans, il s'était déjà constitué un herbier d'environ 800 espèces, cueillies surtout dans la forêt de Montello, près de Selva di Volpago (province de Trévise), demeure de ses parents. Il avait composé une « Flora montellica », qui, si elle n'a pas paru sous son nom, a dû servir à son neveu à composer la « Florula del Montello. »

Cependant les deux premiers travaux de notre auteur (1861) et quelques autres ensuite sont des notes de Zoologie et ont trait à des Invertébrés. Mais la Botanique prit vite le dessus. Saccardo s'occupa d'abord de la Flore de la province de Trévise (1863-1864), puis il

étendit son étude à la Vénétie entière. En 1869, en collaboration avec De Visani, il fit paraître le « Catalogue des plantes de Vénétie. »

C'est en 1873 qu'il publia son premier travail sur les Champignons, et en 13 séries parues de 1873 à 1892, sous le titre commun de « Champignons de Vénétie, nouveaux ou critiques », il augmenta considérablement les connaissances, peu étendues jusqu'alors, que l'on avait sur la végétation fongique de la région. Elargissant encore le cercle de ses études, il fit paraître en 1884, en collaboration avec Berlese, le « Catalogue des Champignons d'Italie ».

En même temps, il avait entrepris une œuvre déjà considérable, la publication de dessins autographiés de plus de 1500 espèces de champignons italiens. Il s'agissait, surtout, d'espèces microscopiques ; les figures sont un peu simplistes, très suffisantes cependant pour faciliter les déterminations, et l'on n'avait pas encore publié sur les groupes inférieurs d'ouvrage illustré aussi important (1877-1886).

Mais avant même que cette publication ne fut terminée, Saccardo n'avait pas hésité à se lancer dans une œuvre autrement gigantesque ; nous voulons parler du *Sylloge Fungorum*, ouvrage destiné à décrire les espèces de Champignons trouvées dans le monde entier.

Il s'agissait, on le comprend, de compulser les principaux périodiques du monde, de prendre connaissance des ouvrages de tous les pays sur les Champignons, de traduire ce que l'on y trouvait d'utile, et d'en extraire des descriptions précises de toutes les espèces. Il fallait ensuite présenter ces résultats dans un cadre scientifique, d'après une méthode précise et rigoureuse.

L'auteur avait déjà posé les bases de la classification qu'il devait adopter dans son « Enumération des genres de Pyrénomycètes italiens classés systématiquement d'après leurs fructifications » (1873). C'est là qu'il avait montré quel parti on pouvait tirer, pour la détermination et la classification des espèces d'un groupe difficile, de la forme, de la couleur, du cloisonnement des spores.

Il commença naturellement sa publication par les groupes qu'il avait personnellement étudiés longtemps et qui lui avaient inspiré les bases de sa classification. Cette classification a été critiquée par des Mycologues que guidaient des idées différentes. On lui a reproché de se fonder sur des caractères plutôt extérieurs que sur

des caractères profonds tenant au mode de vie et de végétation des Champignons.

Nous pensons que cette objection exagère beaucoup les imperfections de la classification de Saccardo, et que même, pour les premiers volumes, elle est injustifiée. Dans les Sphériacées et les Hyphomycètes par exemple, les organes végétatifs sont peu différenciés; les parties fructifères, comme d'ailleurs chez les plantes les plus élevées en organisation, sont celles qui se développent en général dans les conditions les plus constantes, sont, par suite, vraisemblablement, celles qui sont le moins susceptibles de variations, et méritent le plus d'être prises en considération au point de vue taxonomique. La couleur, le type de cloisonnement des spores nous semble avoir autant, sinon plus d'importance que, par exemple, l'existence d'un stroma susceptible d'avoir, suivant les conditions extérieures, des degrés de développement bien différents. Parfois, sans doute, la classification de Saccardo amène des rapprochements qui semblent forcés, éloigne certaines espèces ayant, à d'autres points de vue, des affinités sérieuses. Mais quelle autre classification n'a pas, çà et là, les mêmes inconvénients?

Nous pensons cependant que Saccardo a poussé trop loin ses principes en les appliquant d'une façon trop uniforme aux divers grands groupes de Champignons. On ne trouve pas partout pour la forme, le cloisonnement des spores, la même constance que chez les Sphériacées, d'où la moindre importance de ces caractères au point de vue de la classification Dans les divers groupes, chez les Champignons comme chez les Phanérogames, ce ne sont pas toujours les mêmes caractères qui doivent être employés pour faire des divisions du même degré.

Nous ajouterons qu'à notre modeste avis, nos connaissances sur la plupart des groupes de Champignons ne sont encore, ni assez précises, ni assez étendues pour que nous puissions compter actuellement sur des bases de classification bien arrêtées.

L'ouvrage fut commencé en 1882, et les critiques n'empêchèrent pas que l'on reconnût le mérite de l'œuvre. Dès les premiers volumes, les recueils mycologiques parlèrent du travail avec éloge et les Mycologues les plus réputés louèrent et félicitèrent l'auteur des progrès qu'il faisait faire ou qu'il rendait possibles pour l'avenir.

Les volumes se succédèrent régulièrement et le XXII^{e} parut en

1913. Obligé de quitter sa chère ville de Padoue devant l'invasion étrangère, Saccardo se proposait d'y retourner et annonçait son désir de préparer deux nouveaux volumes, quand la mort est venue terminer sa vie laborieuse et féconde (1920).

Les premiers volumes lui sont dus entièrement; mais on comprend qu'il lui ait fallu se faire aider pour une œuvre aussi variée, aussi vaste. Aussi pour certains volumes, il a des collaborateurs; d'autres sont entièrement rédigés par des Mycologues ayant étudié spécialement divers groupes de Champignons. Saccardo a fait ainsi appel à MM. Cuboni, Mancini, Fisher, Berlese, De Toni, Paoletti, Treviran, Meschinelli, Sydow, Mussat, Traverso, Trotter.

Les huit premiers volumes comprennent l'ensemble des groupes de Champignons. Les autres sont, pour la plupart, des suppléments, publiant, à mesure qu'elles pouvaient être faites, les descriptions de toutes les espèces nouvelles découvertes chaque jour, surtout dans les régions peu explorées encore au point de vue mycologique. Deux donnent les indications iconographiques complètes relatives aux espèces dont on a publié des figures.

On a parfois reproché à cet ouvrage d'avoir admis, sans critique suffisante, toutes les formes décrites comme espèces autonomes, donnant ainsi, sous des noms différents, de simples variations d'une même espèce dues à des différences dans les conditions de végétation. Cela, en effet, doit s'être parfois produit, principalement dans les groupes inférieurs. Mais peut-on en faire un reproche à Saccardo et à ses collaborateurs? En aucune façon. La critique serait justifiée si la chose avait pu être évitée. Cela était impossible. Pour démontrer que deux formes appartiennent à une même espèce, il faut un travail parfois considérable : cultures de ces formes dans des conditions variées, preuves à fournir que l'on peut passer d'une forme à l'autre, etc. Cela n'est pas encore réalisé pour des milliers de formes. Comment alors faire un reproche aux auteurs? Ces savants ont fixé un stade déterminé de la science, celui de leur époque. L'avenir résoudra des problèmes aujourd'hui posés. Actuellement on doit d'abord décrire avec précision les formes rencontrées afin que l'on puisse les reconnaître et les identifier quand on les trouve de nouveau. Cela n'empêche pas d'essayer, par les méthodes actuellement connues, de démontrer l'autonomie spécifique ou le lien des formes décrites ; la multiplication des cultures expérimentales sera d'un

grand secours pour la solution des problèmes de ce genre. Mais on ne peut exiger des Mycologues du XIX^e^ ou du XX^e^ siècle, d'exposer la science du XXV^e^.

A mesure que le monument s'élevait, l'admiration augmentait pour les architectes, et le travail était gratifié des plus flatteuses distinctions : appréciations scientifiques élogieuses, récompenses décernées par les Sociétés les plus autorisées, etc. Et quand, en 1915, Saccardo quitta l'enseignement, la Société botanique italienne dont il était un des fondateurs, au Conseil de laquelle il appartenait, lui exprimait, par l'organe de son Président, ses sentiments d'admiration pour tous les services rendus à la sciencе par son œuvre si élevée, si appréciée, et, *en premier lieu*, par le *Sylloge fungorum*.

Mais là ne se borne pas l'œuvre de Saccardo. En travaillant aux descriptions des espèces de groupes très variées, l'auteur avait dû se poser à lui-même des règles précises pour opérer avec une méthode scientifique et rigoureuse. Ces règles il les faisait connaître (1891) dans ses « Recommandations pour les Phytographes et particulièrement pour les Cryptogamistes » que publièrent la *Nuova Notarisia*, le *Journal de Botanique*, la *Revue mycologique*, le *Botanische Centralblatt*, l'*American Naturalist*, et dans son article « Sur les règles à suivre dans la description des espèces végétales et surtout des Cryptogames » (*Bull. Soc. Myc. de France*, T. VII, 1891).

Pour mener à bien l'œuvre du *Sylloge*, Saccardo avait dû se mettre en relation avec une foule de Botanistes, et sa compétence indiscutée faisait que des collègues, des voyageurs lui faisaient parvenir leurs récoltes ; aussi a-t-il publié une foule de notes sur des Champignons des pays les plus variés : Portugal et Sibérie, Java et Tripolitaine, Congo et Abyssinie, Australie et Alaska, etc.

Et son activité ne s'arrêtait pas là. Projetée en 1900, commencée en 1905, une *Flore générale d'Italie* comprit bientôt deux volumes consacrés à une partie des Champignons (*Hymeniales*), volumes que Saccardo publia en collaboration avec M. Della Costa.

Son érudition portait d'une façon toute spéciale sur l'histoire de la Botanique, et, sortant un instant du domaine de la Mycologie, Saccardo publia (1901) « La Botanique Italienne » qui contenait des notices précises sur tous les auteurs italiens ou étrangers qui se sont

occupés de la Flore d'Italie, sur les Jardins Botaniques, les herbiers publics ou privés, etc. ; puis « La Chronologie de la Flore italienne » (1909) où il donne, sur les plantes autochtones, les plus anciennes indications qui les concernent, et sur les exotiques les plus communément cultivées en Italie, les renseignements circonstanciés sur leur introduction, leur naturalisation, etc.

Nous ne parlerons pas d'une foule d'articles variés de Mycologie, dont l'étude ferait cependant bien ressortir l'activité de l'auteur, et la variété de ses connaissances.

Nous espérons que cette brève notice contribuera à faire connaître dans quelles voies a travaillé le Professeur Saccardo, quels sillons profonds il a tracés dans le champ de la Botanique, quels horizons il a ouverts, quels services précieux il a rendus à la science.

RECHERCHES CRYOSCOPIQUES SUR DES SUCS VÉGÉTAUX

par M. Andreas SPRECHER

En étudiant à l'aide de la méthode cryoscopique la pression osmotique chez des plantes de tabac saines et chez d'autres atteintes de la maladie connue sous le nom de « mosaïque », je me suis trouvé en face d'un résultat inattendu : la concentration du suc chez les deux catégories de plantes était à peu près la même. Chez les plantes saines comme chez les plantes malades, la pression osmotique était due pour la plus grande partie à des substances organiques, seulement leur quantité par rapport aux cendres était plus considérable chez les premières que chez les dernières. Le poids sec des substances dissoutes dans le suc était plus grand chez les plantes saines que chez les plantes malades. Cette différence s'exprime nettement par le poids moléculaire moyen (1).

Ces essais m'ont conduit à examiner des sucs de plantes vertes et panachées de la même espèce. J'ai choisi dans ce but *Tropæolum lobbianum* et *Tropæolum majus nanum*. Chez les deux espèces, il y a non seulement des plantes vertes et panachées, mais encore des variétés à feuilles jaunes et d'autres à feuilles rouges foncées.

On pouvait admettre ces deux éventualités : ou ces variétés se comporteraient comme le Tabac, chez lequel la pression osmotique reste partout à peu près la même, seuls les résidus secs des sucs et

1) A. Sprecher. Der osmotische Druck des Zellsaftes gesunder und mosaikkranker Tabakpflanzen (*Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg*. 2e Sér., **24**, 112-128, 1915).

avec eux le poids moléculaire moyen montrent des différences, ou, par contre, la pression osmotique diminuerait proportionnellement au contenu des plantes en chlorophylle.

Le suc extrait des plantes avec soin fut filtré à travers un linge fin, puis conservé dans des tubes étroits bien fermés dans une glacière jusqu'à la détermination du point de congélation.

Les sucs sont loin de présenter des liquides clairs et transparents. La plupart étaient visqueux et filtraient très difficilement. Pour la seconde filtration immédiatement avant la détermination du point de congélation, après qu'il se fût fait dans les tubes un dépôt des plus grandes particules, on a utilisé des entonnoirs en porcelaine pour filtration à la trompe, et la filtration s'est faite à travers une couche de soie à bluter et deux couches de papier filtre. Mais les sucs, contenant beaucoup de colloïdes et surtout de la chlorophylle n'étaient pas clairs après cette seconde filtration. On pourrait donc m'objecter que mes chiffres trouvés pour les résidus secs (rs), matières organiques (ro), cendres (c) et poids moléculaire moyen (pm) sont trop élevés et ne représentent nullement le taux de ces substances dans le suc cellulaire. Pour obvier à cette critique, j'ai refiltré le premier filtrat, car au premier moment les sucs traversent facilement le triple filtre, mais peu à peu leur dépôt forme lui-même un filtre sur le papier filtre, de sorte qu'enfin ils passent, sinon clairs et transparents, au moins avec un minimum de chlorophylle. Puisque tous les sucs ont été préparés de la même manière, on peut, je crois, comparer les résultats entre eux.

Après la détermination du point de congélation, 10 ou 20 cm^3 ont été évaporés et séchés dans le vacuum à 90° jusqu'au poids constant. Ensuite le résidu sec a été calciné et pesé à nouveau. En soustrayant le poids des cendres du poids des résidus secs, on obtient la quantité de matières organiques contenues dans le suc.

La pression osmotique fut calculée à l'aide du point de congélation d'après la formule bien connue :

$$P_t = P_o + P_o \gamma t = P_o (1 + \gamma t);$$

$$P_o = \frac{\Delta . 22{,}4}{1{,}85};\ P_t = \frac{\Delta . 22{,}4}{1{,}85} (1 + \gamma t).$$

P_t = pression osmotique à la température (t) au moment de l'extraction du suc ;

P_o = pression osmotique à 0° ;

$\gamma = \frac{1}{273} = 0{,}00366 =$ coefficient de dilatation des gaz ;

Δ = point de congélation du suc ;

1,85 = point de congélation de l'eau distillée sous une pression de 22,4 atmosphères (at).

$$P_t \text{ est donc} = \frac{\Delta . 22{,}4}{1{,}85} (1 + 0{,}00366\ t).$$

On obtient le poids moléculaire moyen d'après la formule de Maquenne (1) ;

$$\frac{pm = rs.\ 1{,}85.}{\Delta}$$

Ce poids moléculaire moyen est « le poids moléculaire que devrait avoir une substance supposée unique pour donner, sous le même poids, la même température de congélation. »

La table suivante montre les premiers résultats obtenus avec quatre variétés différentes de *Tropæolum majus nanum* : une variété verte (Beauty), une variété à feuillage rouge foncé (King of Tom Thumb), une variété à feuilles jaunes (Reine d'or), une variété à feuilles panachées (Queen of Tom Thumb). Les plantes ont été récoltées sur le même carreau ensoleillé et leurs bourgeons floraux avaient été enlevés au fur et à mesure de leur apparition. Chaque chiffre des six dernières colonnes est le résultat de deux ou trois déterminations.

rs = quantité des matières solides dissoutes dans un litre de suc.

ro = quantité des matières organiques dissoutes dans un litre de suc ;

c = quantité des cendres dissoutes dans un litre de suc.

(1) L. Maquenne. Sur le poids moléculaire moyen de la matière soluble dans les graines en germination. (*C. R. Ac. Sc.*, Paris, **125**, 576, 1897).

DATE	HEURE DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN °C	VARIÉTÉS	NOMBRE DES PLANTES	Δ EN °C	P EN AT	R S EN GR P.I.	R O EN GR P.I.	C EN GR P L	P M
1er août 1918	7-8	beau	15-16	Beauty	10	0,787	10,070	76,87	66,70	10,17	180
	»	»	»	King of Tom Thumb	9	0,716	9,161	72,10	61,68	10,42	186
	»	»	»	Reine d'or	10	0,711	9,098	63,40	52,28	11,12	165
	»	»	»	Queen of Tom Thumb	8	0,729	9,320	63,83	49,91	13,92	162

Le temps, la température, l'humidité de l'air et du sol ne sont pas à négliger. Depuis les recherches de Cavara (1), Marie et Gatin (2), Dixon et Atkins (3), Blum (4) et d'autres encore, nous savons combien la pression osmotique d'une plante peut varier au cours de l'année et au cours d'une journée, et combien elle est dépendante des circonstances extérieures.

La même expérience fut répétée en 1919; mais au lieu des variétés « Reine d'or » et « Queen of Tom Thumb » les variétés *Coccineum foliis aureis* et *Cocc. foliis variegatis* furent choisies. Toutes les variétés avaient les mêmes fleurs oranges. On a laissé les plantes fleurir et on a enlevé les fleurs et les boutons seulement avant de presser.

(1) F. Cavara. Risultati di una serie di ricerche crioscopiche sui vegetali. Contribuzioni alla Biologia vegetale. *Istituto bot. di Palermo*, **4**, 39-81, 1905).

(2) Ch. Marie et C. L. Gatin. Déterminations cryoscopiques effectuées sur des sucs végétaux. *(C. R. de l'Assoc. fr. p. l'avanc. d. sc.* Dijon, 1911, p. 107).

(3) H. H. Dixon and W. R. G. Atkins. Changes in the osmotic pressure of the sap of the developing leaves of Syringa vulgaris. Proc. Roy. Dubl. Soc., **13** (N. S.), Nr. 16, 219 (1912).

H. H. Dixon and W. R. G. Atkins. Variations in the osmotic pressure of the sap of *Ilex Aquifolium*. Ibid. Nr. 18, 229 (1912).

H. H. Dixon and W. R. G. Atkins. Variations in the osmotic pressure of the sap of the leaves of *Hedera Helix*. Ibid. Nr. 19, 239 (1912).

(4) Gebh, Blum. Zur Kenntnis der Grösse und Schwankung des osmotischen Druckes. (Inaug. Dissert., Freiburg i. d. Schweiz, 1916, 113 pp.)

DATE	HEURE DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	VARIÉTÉS	NOMBRE DES PLANTES	Δ EN ° C	P EN AT	R S EN GR P.L	R O EN GR P.L	C EN GR P.L	P. M
5 août 1919	8 1/2	couvert, sans pluie	18	Beauty	10	0,858	11,074	69,90	54,90	15,00	151
	»		»	King of Tom Thumb	10	0,694	8,953	63,40	49,90	13,50	169
	»		»	Cocc. fol. aureis	10	0,736	9,497	57,00	44,80	12,20	143
	»		»	Cocc. fol. variegatis	10	0,732	9,443	58,90	43,33	15,57	149

Les résultats de ces deux expériences concordent assez bien. Seule la variété « King of Tom Thumb » a donné en 1918 un suc dont la pression osmotique était plus élevée qu'en 1919, tandis que le suc des autres variétés était moins concentré en 1918. Toutes les variétés avaient en 1918 plus de résidu sec dans leur suc et par conséquent un plus grand poids moléculaire moyen qu'en 1919. Il se pourrait que cela fut dû à ce que les plantes étaient en 1918 physiologiquement plus âgées. Mais il est plus probable que leur suc présente en 1918 un plus grand taux de résidu sec, grâce au fait que les substances assimilées, au lieu d'être transportées dans les fleurs, ont dû rester dans les feuilles et les tiges.

Les variétés à feuilles brunes, jaunes et panachées ont une pression osmotique passablement plus petite que la variété verte. Dans les deux cas la variété « King of Tom Thumb » vient en dernier lieu. Ce qui frappe tout particulièrement ce sont les quatre dernières colonnes. Le poids moléculaire moyen des substances dissoutes dans le suc est le plus petit chez les plantes jaunes et panachées et le plus grand chez les plantes à feuillage foncé.

Le suc des plantes jaunes se comporte à peu près de la même manière que celui des plantes panachées, seulement le taux des résidus organiques y est plus élevé tandis que celui des cendres y est moindre.

Il n'est guère surprenant que les plantes vertes possèdent dans leur suc le plus grand taux de résidu sec et de matières organiques, puisque leur assimilation est forcément plus intense que celle des

autres variétés. Il est moins évident, par contre, que le suc des plantes panachées ait le moins de substances organiques et le plus de cendres. Si le rapport entre les substances organiques et les cendres est chez les plantes vertes de 3,6 (1919), resp. de 6,5 (1918), il est chez les plantes panachées de 2,7 (1919), resp. de 3,6 (1918).

C'est conforme à ce que j'ai trouvé chez des plantes de tabac saines et malades de la « mosaïque ». Chez les dernières, tachetées par la maladie, le taux en sel nutritif était aussi plus élevé que chez les plantes saines ; chez celles-ci le rapport entre les substances organiques et les cendres était en moyenne de 4, tandis que chez les plantes malades il était de 3,5.

Nous savons depuis les recherches de Church (1) et Molliard (2), qu'il y a plus de cendres dans les feuilles panachées que dans les feuilles vertes et que c'est surtout la potasse qui se rencontre en beaucoup plus grande quantité dans les feuilles panachées tandis que le taux de la silice, de la chaux et du fer y est moins grand. La manière dont se comporte le suc extrait de toute la plante, suc qui règle les phénomènes osmotiques, est donc tout à fait analogue à ce qui se passe chez la plante analysée dans son ensemble.

Il y a chez les plantes panachées, comme Lakon (3) l'admet avec raison, un déplacement du rapport entre les substances organiques et les sels minéraux au détriment des premières et ce déplacement se trouve être encore plus grand que Lakon ne le pense, car les plantes panachées produisent non seulement moins de substances organiques, mais encore absorbent plus de matières minérales dans le sol.

Il est juste de dire que Lakon ne parle que des espèces ligneuses, mais je suppose que toutes les plantes panachées, tant herbacées que frutescentes ou arborescentes se comportent de la même façon. Seulement l'état de repos produit par une prépondérance trop considérable des substances organiques sur les sels n'a pas besoin d'être réalisé chez les plantes annuelles. Lorsque les feuilles commencent

(1) Church. Variegated leaves. *Gardeners Chronicle*, **2**, 586, 1877).

Church. A chemical study of vegetable albinisme. III Experiments with *Quercus rubra* (*The chemical News*, **54**, 257, 1886).

(2) M. Molliard. Recherches physiologiques sur les galles (*Rev. gén. de Bot.*, **25**, 225-252, 285-307, 341-370, 1913).

(3) G. Lakon. Ueber die jährliche Periodizität panachierter Holzgewächse. (*Ber. d. deutschen bot. Ges.*, **34**, 639-648, 1916).

à se décolorer, on peut constater, au contraire, une diminution des substances organiques et une augmentation des sels minéraux dans les sucs. Tout au moins je conclus dans ce sens d'après des essais que j'ai faits dans le temps avec le chanvre (1). Quand les plantes fleurissent, le rapport entre les substances organiques et les cendres est plus grand dans le suc des plantes mâles que dans celui des plantes femelles. Après la floraison, lorsque les plantes mâles commencent à se décolorer, ce qui arrive beaucoup plus tôt que chez les femelles, nous pouvons constater précisément le contraire. Chez les feuilles de tabac, j'ai remarqué également une diminution du rapport entre les substances organiques et les cendres dès que le sommet de la feuille commence à se décolorer (2).

Autant il est facile à comprendre pourquoi les plantes panachées doivent avoir plus de sels minéraux dans le suc de leurs feuilles que les autres variétés, dotées de plus de chlorophylle, autant il est difficile de connaître la cause initiale de la panachure. Nous pouvons suivre les raisonnements de Molliard (3) dans son remarquable travail sur les galles et nous demander s'il existe dans l'enchaînement de cause à effet l'ordre suivant : développement démesuré de diastases dans les cellules — simplification des substances sucrées et azotées par digestion — réduction de la chlorophylle causée par les substances simplifiées telles que certaines matières azotées — composition particulière des cendres ; ou si, au contraire, l'ordre se présente ainsi : disparition de la chlorophylle causée par une maladie des chloroplastes — absence de synthèse due au manque de chlorophylle — simplification des substances sucrées et azotées — composition particulière des cendres.

Sans vouloir trancher aujourd'hui la question, je puis indiquer que la panachure n'apparaît pas bien distinctement dans les premières feuilles de la plantule, elle se présente nettement seulement à partir du moment où les réserves dans les cotylédons sont épuisées. Dans la suite elle est très peu influençable par les circonstances extérieures telles que l'humidité, la chaleur, la lumière et les sels nutritifs.

(1) A. Sprecher. Recherches sur la variabilité des sexes chez *Cannabis sativa* L. et *Rumex acetosa* L. (*Ann. d. sc. nat., Bot.*, 9 sér., Paris, **17**, 255-352, 1913).

(2) A. Sprecher. Bijdrage tot de selectie van tabac, Mededeel. v. h. Besoekisch Proefstat., Nr. 9 (1914).

(3) M. Molliard. *loc. cit.*

Non seulement la synthèse des substances organiques dans les parties pâles est empêchée par le manque de chlorophylle, mais encore la transformation des substances organiques migratrices à molécule simple en matières à composition plus complexe ne se fait pas. Si on expose, par exemple, des feuilles panachées dans une solution de sucre de 2 °/₀ pendant une journée à la lumière, il n'y a pas de bleuissement par l'iode dans les parties pâles.

Pour prouver macroscopiquement l'absence d'amidon et de corps albuminoïdes dans les parties pâles des feuilles panachées, on a des méthodes très démonstratives.

Jetons un coup d'œil sur les figures de la planche 35

La série *a* représente 6 feuilles panachées (3 à l'état adulte et 3 encore jeunes). Elles ont été photographiées après une journée d'assimilation et ensuite traitées par l'eau chaude et l'alcool pour en extraire la chlorophylle. Puis elles ont été mises dans le iodure de potassium iodé et photographiées à nouveau (série *b*).

Nous pouvons voir que la production d'amidon suit exactement la répartition de la chlorophylle. Pour les substances albuminoïdes il en est absolument de même (ce que prouve la série *c*). Dans les mêmes feuilles colorées par l'iode et décolorées ensuite par l'alcool, on a démontré la présence de corps albuminoïdes au moyen des trois méthodes suivantes :

1) acide nitrique concentré suivi d'un traitement à l'ammoniaque (réaction de l'acide xantho-protéique). Elle n'a donné qu'une faible coloration qui avait surtout l'inconvénient d'être très peu stable et qui, pour cette raison, n'a pas pu être photographiée ;

2) sulfate de cuivre et potasse caustique à 50 °/₀ (réaction de Biuret) qui a donné une coloration violacée ; la photographie ne l'a pas bien rendue ;

3) solution d'azotate de mercure et acide nitreux (réactif de Millon) qui a donné la coloration la plus nette (série *c*), réaction reposant sur la présence d'agents qui forment un groupe de tyrosine dans la molécule albuminoïde (1).

Les trois réactions décèlent donc plus ou moins nettement la présence d'albumine dans les parties de la feuille où se trouve, soit la chlorophylle, soit l'amidon. Les matières albuminoïdes paraissent

(1) F. Rœhmann. Biochemie, Berlin, 1908, p. 666.

par conséquent être représentées surtout par les grains de chlorophylle.

Les méthodes mentionnées ci-dessus ne sont sans doute pas aptes à démontrer la présence des matières azotées solubles qui, d'après Molliard, sont surtout contenues dans les feuilles panachées. Mais après notre constatation nous pouvons dire qu'il y a très peu d'amidon et de corps albuminoïdes à molécule compliquée dans les parties pâles des feuilles panachées, et quant à leur suc, il y a moins de substances organiques dans les parties pâles que dans les parties vertes. Pour que les cellules des premières parviennent à la même pression osmotique que les cellules des secondes, il y a deux possibilités : ou il se fait par osmose un déplacement continuel de suc organique des parties vertes vers les parties pâles ; ou bien, ce qui est plus probable, les cellules des parties pâles atténuent d'emblée la pénurie des substances organiques au moyen des sels qui leur sont apportés par les vaisseaux conducteurs et ainsi l'équilibre osmotique est rétabli entre les différentes parties du limbe, mais pas par les mêmes substances.

La variété « Queen of Tom Thumb » a des fleurs colorées en rouge foncé ; une autre variété panachée possède par contre des fleurs jaunes. J'ai examiné les deux variétés séparément pour voir si elles avaient la même pression osmotique.

Voici le résultat :

DATE	HEURES DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	VARIÉTÉS	NOMBRE DES PLANTES	Δ EN ° C	P EN AT	R S EN GR P.L	R O EN GR P.L	C EN GR P.L	P M
1er août 1918	7-8	beau	15-16	Queen of T. Thumb	10	0,729	9,320	63,83	49,91	13,92	162
	8-9	»	16	Var. fol. variegat.	11	0,658	8,436	60,72	48,52	12,20	170

D'après ce qui précède, le suc des plantes panachées à fleurs foncées a produit une pression osmotique plus élevée que le suc de la variété également panachée, mais à fleurs jaunes. Correspondant à la plus grande pression il y a aussi un plus grand taux de résidu

sec, de matières organiques et de cendres chez les plantes à fleurs foncées.

Il aurait été intéressant de constater qu'en règle générale, les plantes à fleurs rouges possèdent dans le suc de leurs feuilles une plus forte pression osmotique que les plantes à feuillage pareil et à fleurs jaunes. Mais une expérience semblable en 1919 avec la variété « Queen of Tom Thumb » et *Trop. majus nanum*, var. *coccineum fol variegatis* à fleurs oranges n'a pas conduit à ce résultat.

DATE	HEURE DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	VARIÉTÉS	NOMBRE DES PLANTES	Δ EN ° C	P EN AT	H S EN GR P.L	R O EN GR P.L	C EN GR P.L	P M
5 août 1919	5 h. du soir	beau	22	Queen of T. Thumb	10	0,733	9,584	58,17	41,67	16,50	147
		»	»	Var. cocc. fol. variegatis	10	0,734	9,595	60,20	45,25	14,95	151

Ici nous avons à peu près la même pression osmotique et, au contraire, plus de résidu sec et de matières organiques dans le suc des plantes à fleurs claires. Le seul point sur lequel les deux expériences vont dans le même sens est le taux en cendres qui est plus grand dans le suc des plantes panachées à fleurs foncées et le poids moléculaire moyen des substances dissoutes dans le suc est plus petit les deux fois chez la var. « Queen of Tom Thumb ».

La variété *cocc. fol. variegatis* se comporte donc autrement que l'autre variété panachée qui, il est vrai, n'avait pas crû sur le même carreau que la var. « Queen of Tom Thumb. »

Nous pouvons admettre que la couleur des fleurs n'est pas en relation avec la pression osmotique dans les feuilles.

Afin de me rendre compte de la variation de la pression osmotique chez une variété panachée au cours d'une même journée, j'ai fait une expérience avec le suc de *Tropæolum Lobbianum*, var. « Reine Wilhelmine ». Le même essai a servi à élucider la question suivante : comment la pression osmotique dans une plante est-elle influencée par l'éloignement des bourgeons floraux ? Chez une partie des plantes on a donc enlevé les bourgeons floraux dès leur appa-

rition, chez une autre on a laissé fleurir les plantes et on a coupé les fleurs seulement avant l'extraction du suc. On pouvait supposer que les produits de l'assimilation, dirigés vers les fleurs et les organes de reproduction, doivent rester dans les feuilles et les tiges là où les bourgeons floraux ont été enlevés, et qu'il se produit alors une plus grande pression osmotique chez les dernières, ou au moins un rapport plus grand entre substances organiques et cendres dissoutes dans le suc.

DATE	HEURES DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C		NOMBRE DES PLANTES	Δ EN ° C	P EN AT	R S EN GR P.L	R O EN GR P.L	C EN GR P.L	P M
24 juil. 1918	7-8	nuageux pluie la veille	23	Plantes empêchées de fleurir	9	0,649	8,520	52,15	43,39	9,76	148
»	1-2	nuageux venteux	24 ½	»	10	0,755	9,959	64,50	53,13	11,37	158
»	5 ½ soir	»	23	»	9	0,760	9,974	75,54	62,79	12,75	184
»	7-8	nuageux pluie la veille	23	Plantes laissées à fleurir	9	0,638	8,370	46,30	37,02	9,28	134
»	1-2	nuageux venteux	24 ½	»	9	0,734	9,687	57,55	46,35	11,20	145
»	5 ½ soir	»	23	»	9	0,677	8,890	56,95	48,00	8,95	155
juil. 26	7-8	nuageux beau la veille	20	Plantes empêchées de fleurir	9	0,801	10,414	81,00	67,19	13,81	187
»	»	»	»	Plantes laissées à fleurir	10	0,721	9,372	64,10	52,73	11,37	165

Nous pouvons conclure de ces chiffres que la pression osmotique augmente dans une plante pendant la journée, et qu'elle diminue plus vite au courant de l'après-midi chez les plantes qui ont fleuri.

J'attire l'attention sur le fait que Blum (1) a trouvé chez les feuilles de *Helleborus fœtidus*, *Urtica dioica*, *Fagus silvatica* et *Sedum acre*, le minimum de valeur osmotique à l'aide de la méthode plasmolytique durant les heures qui précèdent le lever du soleil, et le

(1) G. Blum. *loc. cit.*

maximum pour la plupart des tissus dans les premières heures de l'après-midi. Il a constaté ensuite une diminution lente jusqu'au matin.

J'ai observé le même phénomène à Java chez des plantes de tabac saines et malades. Chez les deux, la plus faible pression osmotique se rencontrait le matin. Elle augmentait jusqu'à une heure de l'après-midi à peu près de deux atmosphères et descendait ensuite lentement au cours de l'après-midi, bien que la quantité de substances dissoutes dans le suc fut plus considérable le soir qu'à midi. La plante, par son assimilation, a le moyen d'augmenter le résidu sec sans augmenter pour cela sa pression osmotique en agrandissant ses molécules. C'est pour cette raison que l'on trouve, le soir, le poids moléculaire moyen plus élevé qu'à midi.

Mes expériences avec les plantes qui avaient fleuri concordent avec les constatations de Blum. Le fait que, chez les plantes qui n'avaient pas fleuri, le maximum de pression se trouve le soir est compréhensible, puisque chez ces plantes les produits d'assimilation ont été empêchés de suivre leur voie naturelle dans les fleurs et ainsi la variation journalière normale de la pression osmotique a été un peu dérangée.

Des plantes de la même variété, pressées le 26 juillet, ont montré déjà le matin une haute pression osmotique dans leur suc ce qui est facile à comprendre, vu que le temps, le 25, avait été beau et venteux et que les plantes n'avaient pas été arrosées.

Toutes les plantes ont augmenté pendant la journée la quantité de résidu sec et de matières organiques dans leur suc. Pour les cendres, c'est moins clair. Chez les plantes qui avaient fleuri, il y a moins de sels minéraux le soir. Auront-ils été expédiés dans les fleurs? Dans tous les cas, les plantes qui avaient été empêchées de fleurir ont plus de cendres dans leur suc. Néanmoins le rapport entre les substances organiques et les cendres augmente partout du matin au soir. Il est à peu près 4 le matin et le soir = 5.

Le poids moléculaire moyen des substances dissoutes dans les sucs atteint, chez toutes les plantes, son maximum le soir, mais tout particulièrement chez les plantes qui ont été empêchées de fleurir. Ces dernières montrent donc, sans exception, une plus grande pression osmotique, une plus grande quantité de résidu sec, de substances organiques et de cendres dans leur suc et, de ce fait,

aussi un poids moléculaire moyen plus considérable que les plantes que l'on avait laissées fleurir. C'est en somme assez plausible, puisque les produits d'assimilation, chez les plantes qui avaient fleuri, vont pour une bonne part dans les fleurs, tandis que chez les autres, ils restent dans les tiges et les feuilles, rendant ainsi les sucs plus concentrés.

Les limbes, les pétioles et les tiges d'une trentaine de plantes de la variété verte « Beauty » ont été examinés séparément.

Voici les résultats :

DATE	HEURE DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	ORGANES	POIDS DES ORGANES EN GR	Δ EN ° C	P EN AT	R S EN GR P.L	R O EN GR P.L	C EN GR P.L	P M
2 août 1918	7-8	nuageux	19	Limbes	126	0,827	10,716	80,50	57,70	22,80	180
	»		»	Pétioles	229	0,698	9,037	55,58	47,33	8,25	147
	»		»	Tiges	311	0,768	9,946	62,10	56,57	5,53	150

La plus grande pression osmotique se trouve donc dans le suc des limbes et la plus petite dans celui des pétioles. Le suc des limbes contient le plus grand taux en matières sèches, soit organiques, soit minérales. Le limbe n'est pas seulement le principal organe de l'assimilation, mais encore l'endroit où la transpiration est la plus intense. Cette dernière fonction est démontrée aussi par le rapport entre le taux des substances organiques et celui des cendres qui est deux fois plus petit dans le limbe que dans le pétiole et quatre fois plus petit que dans la tige. Si ce rapport est $= 2,5$ dans les limbes, il est $= 5,7$ dans les pétioles et $= 10,2$ dans les tiges. Le suc des tiges présente presque le même taux de substances organiques que celui des limbes, mais, par contre, il possède beaucoup moins de cendres. Le poids moléculaire moyen des substances dissoutes dans le suc est le plus petit dans les pétioles, toutefois pas beaucoup plus petit que dans les tiges, les deux organes servant principalement au transport des matériaux, tandis que dans le suc des limbes les substances dissoutes présentent les plus grandes molécules.

Expérience avec *Coleus Verschaffelti.*

Pour les *Coleus* j'ai examiné une variété entièrement brune et une autre complètement jaune, toutes deux crues en couches.

DATE	HEURE DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	VARIÉTÉS	NOMBRE DES PLANTES	POIDS DES PLANTES	Δ EN ° C	P EN AT	R S EN GR P. L	R O EN GR P. L	C EN GR P. L	P M
7 août 1919	9 1/2	beau mais couvert	21	Feuillage brun foncé	6	185	0,453	5,901	33,37	23,62	9,75	136
»	»	»	»	Feuillage jaune	6	100	0,420	5,481	24,67	15,30	9,37	108

Les deux variétés ne présentent pas une grande différence en ce qui concerne la pression osmotique. La différence se montre de nouveau dans les quatre dernières colonnes. Les plantes brunes possèdent, dans leur suc, assez notablement plus de résidu sec que les plantes jaunes. Ce résidu est dû surtout à des substances organiques. Les matières dissoutes dans le suc des plantes jaunes ont donc un poids moléculaire plus petit que celles dissoutes dans le suc des plantes brunes. Le rapport entre substances organiques et cendres est = 2, 4 chez les plantes brunes et = 1, 6 chez les jaunes. Somme toute nous avons constaté à peu près la même chose chez *Tropæolum,* toutefois *Coleus* a non seulement la pression osmotique beaucoup moins haute, mais les autres chiffres aussi sont moins élevés. Cela est dû au fait que nous avons affaire premièrement à une espèce différente, plus aqueuse, et en second lieu à des plantes ayant cru en couches, ce qui a très probablement diminué leurs substances sèches.

L'influence de la lumière, de la chaleur et de l'humidité de l'air sur la pression osmotique.

Pour étudier cette influence, on a choisi d'une variété verte de *Tropæolum majus nanum*, trois lots : deux de 24 plantes et un de 16 plantes (toutes en pot). Le premier lot fut placé pendant 24 h. dans une chambre sèche et chaude, chauffée électriquement ; le

second fut placé sur de la glace, toujours pendant 24 heures, et couvert de grands récipients en verre ; le troisième fut mis pendant le même laps de temps dans une chambre humide et chaude, également chauffée à l'électricité. La moitié des plantes de chaque lot fut laissée à la lumière et l'autre mise dans l'obscurité. Enfin une douzaine de plantes du jardin ont été pressées le même jour à 5 h. du soir.

On installa pour chaque catégorie un polymètre de Lamprecht (thermomètre et hygromètre) où l'on peut mesurer directement sur le thermomètre la température de l'air, le degré d'humidité maximum particulier à chaque température, et sur l'hygromètre les °/₀ de l'humidité relative et les nombres pairs qui servent à la détermination du point de saturation ou point de rosée. A l'aide de ces données on calcule alors l'humidité absolue, c'est-à-dire la quantité de vapeur d'eau qui se trouve réellement dans un m³ d'air en multipliant les °/₀ d'humidité relative par l'humidité maximum de la température donnée et en divisant par 100, et en outre la température du point de saturation en soustrayant le nombre pair de la température donnée.

La table suivante indique les différents résultats.

	ÉCLAIRAGE	TEMPÉRATURE EN ° C.	HUMIDITÉ MAXIM. EN GR	HUMIDITÉ RELATIVE °/₀	HUMIDITÉ ABSOLUE EN GR.	NOMBRE PAIR EN ° C	POINT DE RUSÉE EN ° C	NOMBRE DES PLANTES	Δ EN °C	P EN AT	R S EN GR	R O EN GR	C EN GR	P M
Chambre chaude	Lumière	33	37	36	13,3	17,5	15,5	12	0,818	11,095	61,25	49.68	11,57	138
	Obscurité	35	42	40	16,8	15,5	19,5	12	0,768	10,491	57,97	46,47	11,50	139
Jardin 5 hs du soir	Lumière	22	19	44	8,36	13,0	8,5	12	0,758	9,908	63,35	50.45	12,90	155
Chambre froide	Lumière	23	21	64	13,4	8,0	16,0	12	0,654	8,586	51,50	41,55	9,95	145
	Obscurité	20	17	100	17,0	0	20,0	12	0,658	8,585	52,15	41,55	10,60	146
	»	16	18,5	100	13,5	0	16,0	10	0,603	7,683	46,02	33,69	12,32	141
Chambre chaude humide	Lumière	38,5	51,3	95	48,7	0	38,5	8	0,640	8,842	49,72	40,63	9,09	143
	Obscurité	40,0	53,3	63	33,6	9,5	30,5	8	0,653	9,056	51,27	41,20	10,07	145

En comparant ces chiffres, nous pouvons conclure en premier lieu que la pression osmotique chez les plantes dépend tout particulièrement de l'humidité relative de l'air, c'est-à-dire du rapport de l'humidité absolue avec l'humidité maximum exprimée en °/₀. Etant donné la même humidité du sol, la lumière et la température jouent un moins grand rôle. Le suc des plantes ayant séjourné sur la glace et celui des plantes de la chambre humide et chaude présentent à peu près la même pression osmotique parce que l'humidité relative de l'air était grande à ces deux endroits. Puisque les plantes appartiennent à la même variété, nous trouvons aussi, en ce qui concerne leur taux en résidu sec, en substances organiques et en cendres, des différences peu élevées.

Le suc des plantes éclairées de ces quatre expériences a eu partout une pression osmotique un peu plus petite, ce qui n'est du reste pas causé par la lumière, puisque des plantes éclairées de la chambre sèche et chaude ne se comportent pas de cette façon. Si les circonstances extérieures ont joué là un rôle, on pourrait dire que le suc des plantes à l'obscurité présente une plus forte pression osmotique, parce que dans la chambre humide et chaude, l'humidité relative est un peu moins grande chez les plantes à l'obscurité que chez les plantes éclairées. Chez les Capucines mises sur la glace, c'est le contraire ; ici l'humidité relative était plus grande dans l'obscurité, mais toutes les différences trouvées ici entre les plantes : pression osmotique, résidus secs, substances organiques, cendres, poids moléculaires moyens sont insignifiantes.

Le suc des plantes éclairées dans la chambre sèche et chaude nous montre une plus forte pression osmotique que le suc des Capucines dans l'obscurité. C'est pour la même raison que précédemment : l'humidité relative était plus grande chez les plantes à l'obscurité, tandis que dans la chambre humide et chaude, c'était l'inverse, grâce au carton obscurcissant qui arrêtait un peu les vapeurs d'eau.

Chez les *Tropæolum* dans la chambre sèche et chaude, nous trouvons la plus forte pression osmotique sans que le résidu sec en soit augmenté proportionnellement. Voilà pourquoi nous constatons chez ces plantes le plus petit poids moléculaire moyen des substances dissoutes dans le suc.

L'assimilation des plantes a été certainement partout diminuée

pendant les 24 heures que durait leur séjour dans les différentes chambres. Il est clair que si les plantes séjournent longtemps à l'obscurité, la pression osmotique doit diminuer à la longue, faute d'assimilation. Celle-ci n'avait pas été entravée chez les plantes récoltées dans le jardin comme chez les autres, et c'est pour cela que les substances dissoutes dans leur suc possèdent le poids moléculaire le plus élevé. Ces dernières plantes ont presque la même pression osmotique que les plantes à l'obscurité dans la chambre sèche et chaude Aussi la différence entre l'humidité relative chez les deux catégories n'est-elle pas grande. Les plantes du jardin furent pressées le soir, après une journée ensoleillée, sèche et venteuse où l'hygromètre ne montrait que 44 % d'humidité relative.

J'ai examiné de la même manière des plantes panachées. Elles présentaient partout les mêmes variations ; mais puisqu'il m'a manqué certaines données, il est préférable de laisser les résultats obtenus de côté. Une seule expérience avec des plantes panachées est intercalée dans la table pour montrer encore une fois comment ces plantes se distinguent des variétés vertes par leur plus petit taux en substances organiques et une plus grande quantité de cendres dans les sucs. Le rapport entre les substances organiques et les cendres est chez les plantes panachées = 2,7 et chez les plantes vertes partout environ 4.

Y a-t-il une différence de pression osmotique entre les plantes dont les limbes de feuille sont à grandes et celles dont le limbe de feuille sont à petites cellules ?

On sait que la résistance des membranes cellulaires est inversement proportionnelle au diamètre des cellules. De petites cellules supportent donc une plus grande pression osmotique que de grandes cellules. Ce fait m'a donné l'idée d'examiner la pression osmotique des feuilles chez des espèces qui sont différentes quant à la grandeur des cellules dans le limbe de leurs feuilles.

Au mois d'octobre, les plantes suivantes à l'état florissant étaient encore à ma disposition : *Helianthus annuus*, *Atriplex hortensis*, *Cannabis sativa*, *Cucurbita Pepo*. Je n'en utilisai que le limbe des feuilles. *Atriplex* et *Cannabis* ont été ensemencés en été, ils étaient donc plus jeunes que *Cucurbita* et *Helianthus*. Mais en ce qui concerne l'âge physiologique, les quatre espèces se trouvaient à peu près au même stade, puisque toutes portaient encore des fleurs.

Des cellules du limbe, seules les cellules des palissades ont été mesurées et comparées. Les valeurs trouvées pour le contenu — les cellules considérées comme cylindres — sont indiquées dans la table suivante

Helianthus annuus a servi non seulement à l'étude du suc des limbes, mais en même temps à l'étude du suc extrait des pétioles, des tiges et de la moelle séparément. Enfin j'ai examiné la pression osmotique du suc extrait des feuilles inférieures et supérieures, chacune séparément (voir tableau page suivante).

D'après ces recherches, la grandeur des cellules ne paraît avoir aucune influence sur la pression osmotique. Si la supposition que les plus petites cellules ont la plus forte pression osmotique était juste, alors le suc de *Cannabis* devrait présenter la plus forte pression. *Cucurbita* viendrait en second rang, puis *Helianthus* et enfin *Atriplex*. Or, il n'en est rien. Les plantes avec les plus grandes cellules palissadiques — *Atriplex* — ont la plus forte pression dans leur suc, puis viennent les plantes de *Cannabis* dont les palissades sont à peu près 30 fois plus petites que celles des *Atriplex* ; ensuite les feuilles d'*Helianthus* dont les palissades sont à peu près 4 fois plus grandes que celles de *Cannubis* et qui ont 2 atmosphères de pression de moins dans leur suc ; enfin la plus petite pression se rencontre chez le suc des feuilles de *Cucurbita*, bien que les cellules palissadiques soient 2 fois plus grandes que celles de *Cannabis*.

Dans le suc de *Cannabis* nous avons beaucoup de substances organiques. Le rapport entre ces dernières et les cendres est = 5. Le poids moléculaire moyen est élevé chez *Helianthus*, *Cucurbita* et surtout chez *Cannabis*. Chez *Atriplex* c'est autre chose. Nous avons ici passablement moins de résidu sec et par conséquent un poids moléculaire moyen beaucoup plus petit. Ce qui frappe en outre, c'est le rapport entre les substances organiques et les cendres qui est = 2, 4. Les cendres sont colorées en rouge et ne moussent pas avec l'acide chlorhydrique, tandis que toutes les autres cendres de ces recherches étaient blanches et contenaient, vu leur effervescence avec HCl, du calcaire.

Atriplex est une plante d'une couleur rougeâtre ; elle contient beaucoup d'anthocyane et moins de chlorophylle que les autres feuilles examinées dans cette expérience. Grâce à ce fait, la quantité

DATES	HEURES DU JOUR	TEMPS	TEMPÉRATURE EN ° C	ESPÈCES	ORGANES	POIDS DES ORGANES	GRANDEUR DES CELLULES EN μ^3	Δ EN ° C	P EN AT	RS EN GR p. litre	RO EN GR p. litre	C EN GR p. litre	P M	$\frac{RO}{C}$
10 Oct.	9	Beau, froid, pluie la veille	7	Cannabis pl. ♀	Limbes	140	2970	0,9745	12,102	112,850	94,275	18,575	214	5,0
»	»	» »	»	Cucurbita	Limbes	200	5655	0,750	9,312	81,550	65,100	16,450	201	3,9
»	»	» »	»	Helianthus	» »	406	10745	0,800	9,927	89,200	73,720	15,480	206	3,0
»	»	» »	»	Atriplex	» »	250	92842	1,105	13,722	73,875	52,250	21,625	123	2,4
»	»	» »	»	Helianthus	Pétioles	160		0,8975	11,138	61,975	46,725	15,250	127	3,0
»	»	» »	»	» »	Tiges	485		0,7775	9,651	62,125	50,725	11,400	147	4,4
»	»	» »	»	» »	Moelle	191		0,752	9,333	50,650	38,125	12,525	124	3,0
»	»	» »	»	» »	Fleurs	96		0,690	8,564	53,375	43,500	9,875	143	4,4
11	11 1/2	Couvert	6	» »	Feuilles inf.	129		0,7977	9,862	110,600	94,400	16,400	256	5,7
»	»	» »	»	» »	Feuilles sup.	143		0,820	10,148	105,460	89,093	16,367	238	5,4

de cendres par rapport aux substances élaborées par les feuilles est, comme chez les Capucines panachées, plus forte.

En ce qui concerne la pression osmotique dans les différents organes d'*Helianthus*, nous pouvons constater qu'elle est la plus élevée dans les pétioles des feuilles, dans les limbes elle a diminué d'une atmosphère environ et dans la tige elle est un peu moindre que dans les limbes. Dans la moelle elle est un peu plus petite que dans la tige et enfin dans les pétales elle est la plus petite, toutefois encore de 8 atmosphères.

Le taux du résidu sec ainsi que le poids moléculaire moyen est le plus grand dans le suc des limbes. Nous avons trouvé la même chose chez *Tropæolum*. Le rapport entre les cendres et les substances organiques est le même que dans les pétioles et la moelle de la tige, c'est-à-dire environ 3, tandis que dans les tiges et dans les pétales il est = 4, 4.

La plus petite quantité de résidu sec par rapport à la pression osmotique se trouve dans le suc de la moelle. Nous sommes ici en présence d'un organe dont la principale fonction est la consolidation de la tige, non pas au moyen de la lignification, mais au moyen de la turgescence. Et cette consolidation est réalisée d'après le principe du plus grand effet moyennant un minimum de matière. Le limbe est avant tout un organe d'élaboration et de transpiration, c'est pour cela que les substances s'y accumulent et que les molécules y sont les plus grandes. Le pétiole, par contre, sert principalement à transporter les substances des limbes dans la tige, et c'est probablement la raison pour laquelle le taux du résidu sec et le poids moléculaire moyen de celui-ci sont plus petits que chez le limbe et la tige.

Le suc des pétales présente la plus petite pression osmotique, mais le taux du résidu sec y est plus grand que dans le suc de la moelle. Le poids moléculaire moyen et le rapport entre les substances organiques et les cendres sont comme dans la tige.

Il paraît ressortir des recherches de Dixon et Atkins sur la pression osmotique dans les feuilles de *Hedera*, *Ilex* et *Syringa* et de celles de Blum sur *Urtica* par exemple, que la pression osmotique est plus grande dans les feuilles adultes d'une plante que dans les feuilles jeunes. Or mes expériences semblent prouver le contraire. Or, dans mon analyse, les feuilles inférieures n'étaient pas seulement adultes, mais âgées et pourraient bien avoir été sur le point

d'être vidées bien qu'elles ne montrassent pas trace de décoloration. Pour se faire une idée juste de la variation de la pression osmotique dans les organes d'une plante, il faudrait naturellement les étudier à tous les stades de leur développement. Mais il me paraît plausible que les feuilles supérieures chez une plante d'*Helianthus* possèdent une plus grande pression osmotique que les feuilles inférieures, surtout après quelques heures d'assimilation, car celle-ci doit être plus active dans les feuilles supérieures, vu que les feuilles inférieures sont souvent plus ou moins ombragées par les supérieures.

RÉSUMÉ

1) Les variétés à feuilles panachées, jaunes et rouges foncées, ont moins de pression osmotique dans leur suc que les variétés à feuilles vertes. Les Capucines panachées se distinguent en outre des autres variétés et tout particulièrement des plantes vertes, par une proportion plus considérable de sels dans le suc. Les variétés à feuillage rouge foncé possèdent dans leur suc la plus grande quantité de résidu sec par rapport à la pression osmotique et les variétés jaunes et panachées la plus petite.

2) La pression osmotique varie chez *Tropæolum* au cours de la journée : elle est la plus basse le matin, la plus haute l'après-midi et elle diminue lentement à partir du soir jusqu'au matin.

3) Lorsqu'on enlève les boutons floraux dès qu'ils se forment, on augmente dans le suc de la plante le taux du résidu sec ainsi que la pression osmotique, mais celle-ci n'est, par rapport au taux du résidu sec, pas aussi grande que chez les plantes qui ont fleuri, voilà pourquoi les molécules sont passablement plus grandes dans le suc de plantes que l'on a empêché de fleurir.

4) La pression osmotique est la plus grande dans le suc des limbes de *Tropæolum*, beaucoup moins considérable dans les tiges et la plus petite dans les pétioles. Le poids moléculaire moyen suit la même gradation. Le rapport entre les substances organiques et les cendres va en augmentant des feuilles dans les tiges. Il y a dans ces dernières quatre fois plus de matière organique par rapport aux cendres que dans les limbes. Chez *Helianthus*, le suc des pétioles présente la plus haute pression osmotique, ensuite viennent le suc

des limbes, celui des tiges, celui de la moelle et enfin celui des pétales. Le taux du résidu sec ainsi que le poids moléculaire moyen ne suivent pas le même ordre. Le suc de la moelle et celui des pétioles ont, par rapport à la pression osmotique, le plus petit taux de résidu sec, c'est-à-dire le plus petit poids moléculaire et le suc des limbes (comme chez *Tropæolum)* le plus grand.

La fonction principale du limbe est d'élaborer et de transpirer, celle du pétiole de transporter le suc ascendant et le suc descendant et de soutenir le limbe. Cette dernière fonction détermine, surtout chez *Helianthus,* où le limbe est grand et lourd, une forte turgescence. Les substances qui sont en continuel déplacement doivent donc en même temps consolider le pétiole. C'est la raison pour laquelle la pression osmotiqne y est grande, et le taux du résidu sec et le poids moléculaire moyen plus petits que chez le limbe et la tige. La moelle de *Helianthus* aussi est un organe de consolidation au moyen de la turgescence, et cette consolidation est réalisée d'après le principe du plus grand effet moyennant un minimum de matière.

5) Chez une variété brune de *Coleus Verschaffelti* et chez une autre jaune, la différence entre la pression osmotique de leur suc n'est pas très grande. Les plantes foncées ont plus de résidu sec dans le suc et par conséquent un poids moléculaire moyen des substances qui y sont dissoutes, plus grand que les jaunes, celles-ci par contre, possèdent proportionnellement plus de sels dans leur suc.

6) La pression osmotique des plantes est plus promptemen influencée par l'humidité relative de l'air que par la chaleur et la lumière. Plus le rapport entre l'humidité absolue et l'humidité maximum particulière à chaque température est grand, moins il y aura de pression osmotique dans les cellules des plantes.

L'absence de la lumière produit naturellement une diminution des substances assimilées, et par conséquent aussi une diminution de la pression osmotique. Mais cela se verra seulement après un certain temps.

7) Des espèces à grandes cellules dans leurs feuilles n'ont pas pour cela une plus petite pression osmotique que des espèces à petites cellules dans leur limbe. Au contraire, *Atriplex* par exemple

qui a des cellules palissadiques environ 30 fois plus grandes que *Cannabis*, a une pression osmotique de 1, 5 atmosphères plus grande que la dernière plante.

Etant données les mêmes circonstances extérieures, la pression osmotique différente dans le suc des diverses espèces est due au chimisme des cellules et n'est pas en relation avec leur morphologie qui, elle-même, est déterminée par les phénomènes physiques et chimiques.

Zurich, décembre 1919.

Institut d'Anatomie et Physiologie végétale
de l'Ecole polytechnique suisse.

(Prof. P. JACCARD)

EXPLICATION DE LA PLANCHE 35

Feuilles panachées de *Tropæolum majus nanum*, var. *fol. variegatis*.

a. Feuilles photographiées à l'état frais, montrant la répartition de la chlorophylle.

b. Les mêmes feuilles décolorées par l'alcool et traitées avec l'iodure de potassium iodé, montrant la répartition de l'amidon.

c. Une partie des mêmes feuilles colorées par l'iode, décolorées ensuite par l'alcool et traitées avec le réactif de Millon, montrant la répartition des substances albuminoïdes.

RECHERCHES

SUR LES

MARCHANTIÉES

par M. Robert DOUIN

INTRODUCTION

Depuis le remarquable mémoire de Mirbel, publié en 1835, sur le *Marchantia polymorpha*, l'étude des Marchantiées, qui forment le groupe le plus différencié des Hépatiques, a été reprise en détails par divers auteurs et principalement par Leitgeb. On peut presque dire que tous les autres auteurs, qui se sont occupés des Hépatiques de ce groupe, aussi bien en étudiant leur développement et leur structure qu'en établissant une classification, ont admis les idées de Leitgeb et sont sensiblement d'accord entre eux. Il pouvait donc sembler au premier abord que les Marchantiées ne pouvaient guère faire l'objet d'un nouveau travail.

Et cependant, lorsqu'on se propose de vérifier avec soin les assertions de Leitgeb et des auteurs qui l'ont suivi, on s'aperçoit que dans les descriptions de ces végétaux se trouvent certaines erreurs importantes qui, pour la plupart, sont dues à ce que ces savants ont reproduit sans vérification des observations erronées. Il en résulte que l'étude des Marchantiées est entièrement à reprendre et que loin de constituer un sujet épuisé, l'examen détaillé de ce groupe peut, au contraire, donner lieu à de nouvelles recherches intéressantes.

C'est cette étude qui fait l'objet du présent Mémoire.

J'envisage successivement dans ce travail le point végétatif et la ramification du thalle, le développement et la constitution des appareils mâles et femelles et la morphologie comparée de leur origine. Grâce à l'étude suivie de l'évolution de ces organes et en y ajoutant l'étude critique des caractères utilisés par les auteurs, je montre quelles sont les diverses imperfections du classement actuel des Marchantiées. Je propose alors une nouvelle classification fondée sur des caractères précis et constants et je termine en l'appliquant à la détermination des genres.

L'idée de cette étude m'a été donnée par mon père, qui m'a guidé au cours de ces recherches et m'a fait profiter de sa longue expérience des Muscinées. Qu'il me permette de lui en exprimer ici ma profonde reconnaissance.

Ce travail, commencé en 1912 et interrompu par la guerre, a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau sous la direction de M. le Professeur Gaston Bonnier, dont les conseils éclairés et les encouragements ne m'ont jamais fait défaut et à qui je tiens à témoigner ma plus vive gratitude.

M. le Professeur Molliard, M. Léon Dufour, Directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, M. R. Combes, Maître de Conférences à la Sorbonne, M. H. Coupin, chef des Travaux Pratiques et M. l'abbé E. Licent voudront bien me laisser les remercier ici des précieux conseils qu'ils m'ont donnés.

Enfin, je tiens à adresser mes plus vifs remerciements à tous les botanistes qui ont eu la complaisance de m'envoyer des Marchantiées. Ce sont : Miss C. Haynes, MM. Charrier, Corbière, Culmann, Dismier, Nicholson et Trabut.

CHAPITRE I

LE THALLE DES MARCHANTIÉES

I. Constitution.

On sait que le thalle des Marchantiées est constitué par une région médiane épaisse appelée *nervure*, de part et d'autre de laquelle se trouvent des parties minces, qui sont les *ailes*. La partie supérieure du thalle est formée par les *chambres aérifères* qui communiquent avec l'extérieur par des *stomates* spéciaux. Sous la partie inférieure compacte et généralement sous la nervure naissent les *poils absorbants* et les *écailles protectrices*.

II. Point végétatif.

Au fond du petit sinus formé par les deux lobes terminaux du thalle, se trouve le point végétatif protégé par les languettes des écailles ventrales qui se recourbent au-dessus de lui. C'est par le fonctionnement de ce point végétatif que le thalle s'accroît et d'après Kny (1), il serait formé de cellules placées horizontalement l'une à côté de l'autre : « *Das Vorderende des fortwachsenden flachen Zellkörpers nehmen eine Anzahl einander in Form und Art der Theilung gleiche Randzellen ein.* »

Leitgeb, dans ses *Marchantiaceen* (2) a exposé les mêmes idées que Kny et admis aussi une sorte de crête végétative terminale *(Scheitelkante)*.

(1) Kny L. Ueber ächte und falsche Dichotomie in Pflanzenreiche (*Bot. Zeit.*, 1872, S. 699).

(2) Leitgeb H. Untersuchungen über die Lebermoose, Heft VI. Die Marchantiaceen und allgemeine Bemerkungen über Lebermoose (158 S., 4°, mit 11 lith. Taf. Graz, 1881).

Cavers (1), qui a étudié plus récemment le point végétatif du thalle du *Fegatella*, a écrit : « *The growing-point of each branch is occupied by a transverse row of actively-dividing cells, lying nearly in the plane of the ventral surface of the thallus.* »

Bolleter (2), dans sa monographie du *Fegatella*, a émis des idées contradictoires. Après avoir admis la possibilité des « *gleiche Randzellen* » de Kny, dont il donne une explication plutôt ambiguë, il parle ensuite de l'accroissement du thalle par le fonctionnement d'une cellule initiale en forme de coin.

Schiffner (3), Müller (4), Casarès-Gil (5), ont repris et exposé les idées de Kny et de Leitgeb.

Ch. Douin (6) a montré l'impossibilité de l'existence de plusieurs initiales placées côte à côte et se cloisonnant toutes sur leurs quatre faces inférieure, supérieure et latérales : « *La présence d'une telle crête végétative fonctionnant comme le dit Müller ne pourrait aboutir qu'à un développement désordonné du thalle.* »

Il me semble de toute évidence que, par suite du fonctionnement de chaque cellule initiale donnant naissance à autant de massifs cellulaires, qui iraient toujours en grandissant, ces initiales ne peuvent pas exister côte à côte : les initiales centrales rejetant de côté les latérales, il en résulterait un thalle en éventail.

(1) Cavers F. On the structure and biology of *Fegatella conica* (*Annals of Botany*, Vol. XVIII, n° LXIX, January, 1904).

(2) Bolleter E. *Fegatella conica* (L.) Corda. Eine morphologisch-physiologische Monographie (*Bot. Centralblatt*, Leipzig, Beihefte XVIII, 1905, Abt. 1, p. 327-408, mit 2 Taf.).

(3) Schiffner V. Die Lebermoose (in Engler und Prantl. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Leipzig, 1909).

(4) Müller K. Die Lebermoose Deutschlands, Œsterreichs und der Schweiz (in D. L. Rabenhorst's *Cryptogamen Flora*, Leipzig, 1906-1911).

(5) Casares Gil. Hepaticas (in *Flora Iberica*, Museo nacional de ciencias naturales, Madrid, 1909).

(6) Douin Ch. Le capitule du *Marchantia polymorpha* expliqué par Leitgeb et ses disciples (*Rev. Gén. de Bot.*, T. XXXII, p. 57-71, 1920).

J'ai pu vérifier la non-existence d'une telle rangée de cellules initiales par l'examen de coupes en séries faites sur des extrémités de thalles stériles. Il y a effectivement *une seule cellule initiale* et ce sont des erreurs d'interprétation qui ont amené les auteurs précités à envisager le point végétatif comme formé de plusieurs initiales. Ils ont à tort considéré comme telles les cellules provenant du cloisonnement latéral de la véritable et unique initiale.

Il est d'autre part vraisemblable, sinon certain, que c'est l'étude de thalles présentant un début de bifurcation et montrant un ou deux petits lobes médians, qui a fait naître chez Kny, Leitgeb, etc. l'hypothèse d'un point végétatif formé par une rangée horizontale d'initiales ou *Scheitelkante* (Pl. 18, Phot. II).

L'initiale a une forme de coin élargi et se cloisonne sur ses quatre faces supérieure, inférieure et latérales.

La photographie I de la planche 17 représente une coupe axiale dans l'extrémité du thalle du *Lunularia vulgaris* Mich. ; elle montre l'initiale sectionnée longitudinalement et les cloisonnements de ses faces inférieure et supérieure ; les coupes voisines de celle qui est figurée, aussi bien celles de droite que celles de gauche n'offrent aucune cellule de cette sorte.

Sur la photographie II, on voit un point végétatif coupé horizontalement ; le sinus du thalle est très étroit au sommet où se trouve l'initiale et cette simple vue montre bien qu'il n'y a pas place pour des « *gleiche Randzellen* » ; l'initiale apparaît de forme trapézoïde ainsi que les cellules provenant de ses cloisonnements latéraux.

J'ai fait les mêmes constatations sur les thalles du *Marchantia polymorpha* L., du *Reboulia hemispherica* R. et du *Plagiochasma rupestre* Forster (Pl. 20, Phot. II).

En résumé, *le raisonnement et l'observation sont d'accord pour affirmer que le thalle des Marchantiées ne s'accroît que par une seule cellule terminale formant son point végétatif.*

III. Ramification.

La ramification du thalle des Marchantiées n'est pas aussi simple qu'on le croit généralement ; elle présente des modes fort différents les uns des autres et très intéressants comme on en pourra juger plus loin.

Leitgeb (1) distingue deux sortes de ramifications : la ramification par bifurcation du sommet végétatif et la ramification par pousses ventrales.

Schiffner (2) n'a observé aussi que deux ramifications : « *die* (*le thalle*) *sich entweder dichotom oder durch nahe dem Scheitel entstehende Ventralsprossen verzweigt.* »

Müller (3) ne signale aussi que la dichotomie et la ramification ventrale.

Cavers (4) a décrit dans le *Fegatella* la ramification normale qu'il a appelée « *apical branching* » et Bolleter (5) n'a remarqué dans la même plante que les ramifications dichotomique et ventrale.

J'ai partagé en trois groupes les différentes sortes de ramifications que j'ai observées. Ce sont : *les ramifications par bifurcations successives au moyen d'un point végétatif qui se divise en deux autres*, ceux-ci se divisant à leur tour, etc. ; *les ramifications ventrales* et *les ramifications dorsales au moyen de nouveaux points végétatifs.*

A. — Ramifications par bifurcations successives.

1° *Bifurcation normale ou à branches égales.* — C'est la ramification indiquée par les auteurs et qui se rencontre dans toutes les Marchantiées. Elle se produit de la façon suivante : la cellule initiale du thalle se dédouble en deux

(1) Leitgeb H. *loc. cit.*
(2) Schiffner V. *loc. cit.*
(3) Müller K. *loc. cit.*
(4) Cavers F. *loc. cit.*
(5) Bolleter E. *loc. cit.*

initiales distinctes qui fonctionnent toutes deux comme elle. Par suite de leurs cloisonnements, on voit apparaître au fond du sinus terminal un petit lobe (fig. 2), de forme plus ou moins arrondie. C'est la vue de ce stade de la bifurcation qui a amené les auteurs à considérer le point végétatif du thalle comme formé par une rangée horizontale d'initiales.

Le petit lobe moyen grandit peu à peu (fig. 3), puis laisse apparaître en son sommet un sinus (fig. 4) qui va s'accentuant : c'est l'indice que la bifurcation va devenir effective

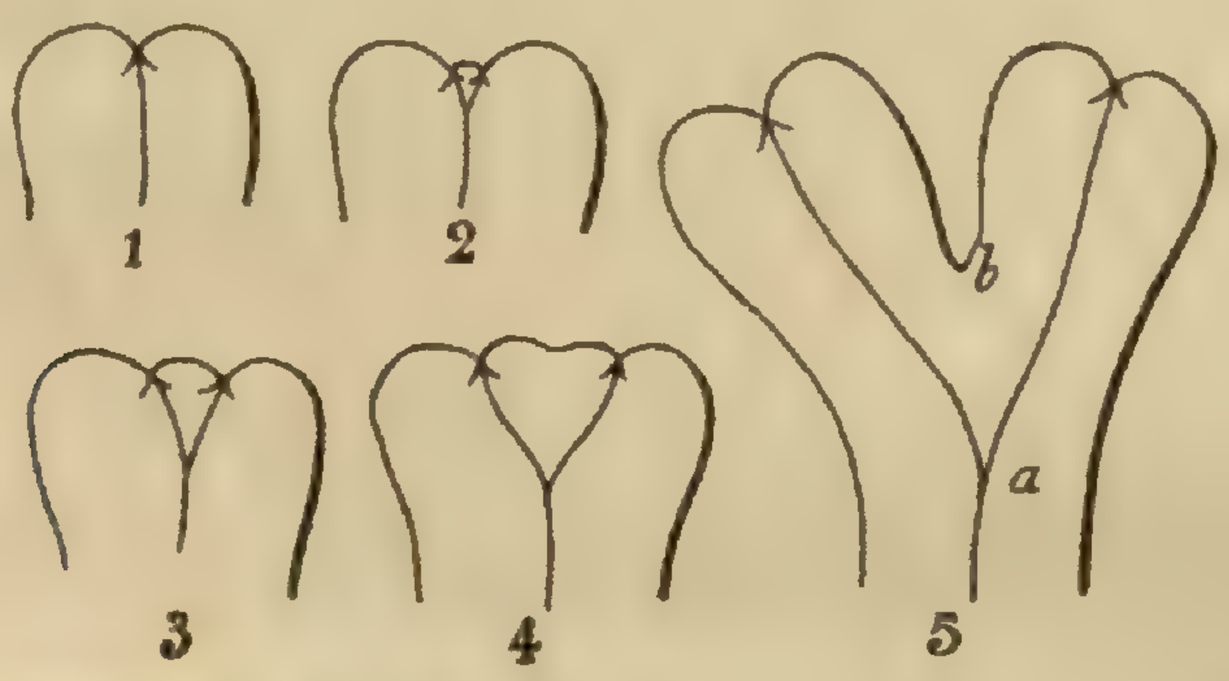


Fig. 1 à 5. — Différents stades du développement d'une bifurcation à branches égales. Gr. 1,5.

et donner deux branches séparées (fig. 5) qui vont s'allonger, puis se bifurquer à leur tour. Le *Plagiochasma rupestre* montre de beaux exemples de cette ramification qui lui est habituelle.

2° *Bifurcation à branches inégales.* — Ce type de ramification est fréquent chez le *Preissia commutata* Ldbg. et le *Marchantia polymorpha*. Comme dans le cas précédent, il se produit une bifurcation de thalle, mais des deux branches formées, une seule continue à s'allonger pendant que l'autre s'arrête vite et se trouve rejetée latéralement par la première (fig. 6, 7 et 8).

Parfois, ce mode de bifurcation est produit par la naissance d'un appareil mâle ou femelle qui arrête ainsi le développement de la branche qui le porte. On en voit de beaux exemples dans le *Fegatella*, le *Marchantia* et le *Lunularia*.

Chez ce dernier, on est frappé par l'alternance curieuse des appareils mâles ou femelles. Sur la fig. 9, on voit un début de bifurcation et deux points végétatifs *a* et *b* séparés par le

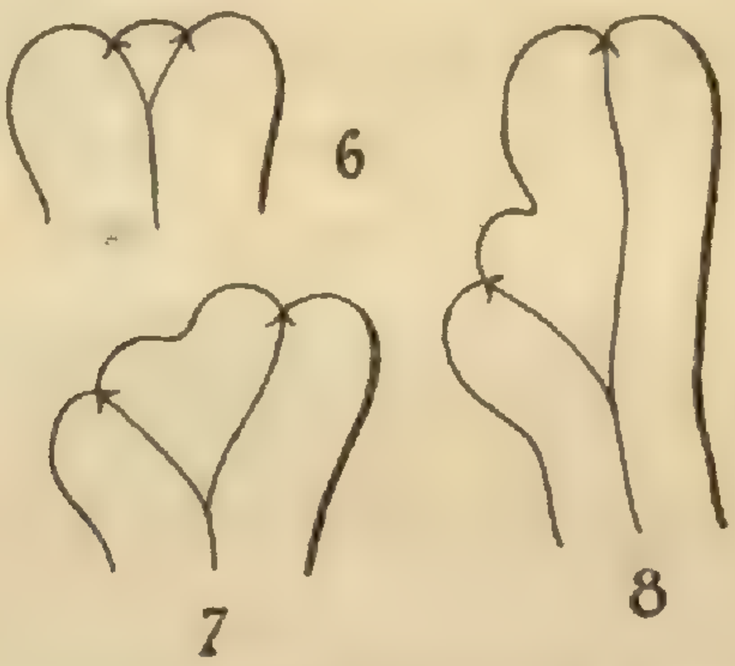


Fig. 6 à 8. — Différents états du développement d'une bifurcation à branches inégales. Gr. 1,5.

petit lobe moyen. Le point végétatif *a* s'arrête par suite de la formation d'un jeune appareil mâle ou femelle (femelle dans les schémas figurés), tandis que le point végétatif *b* continue à fonctionner ; il donne un thalle formé par les

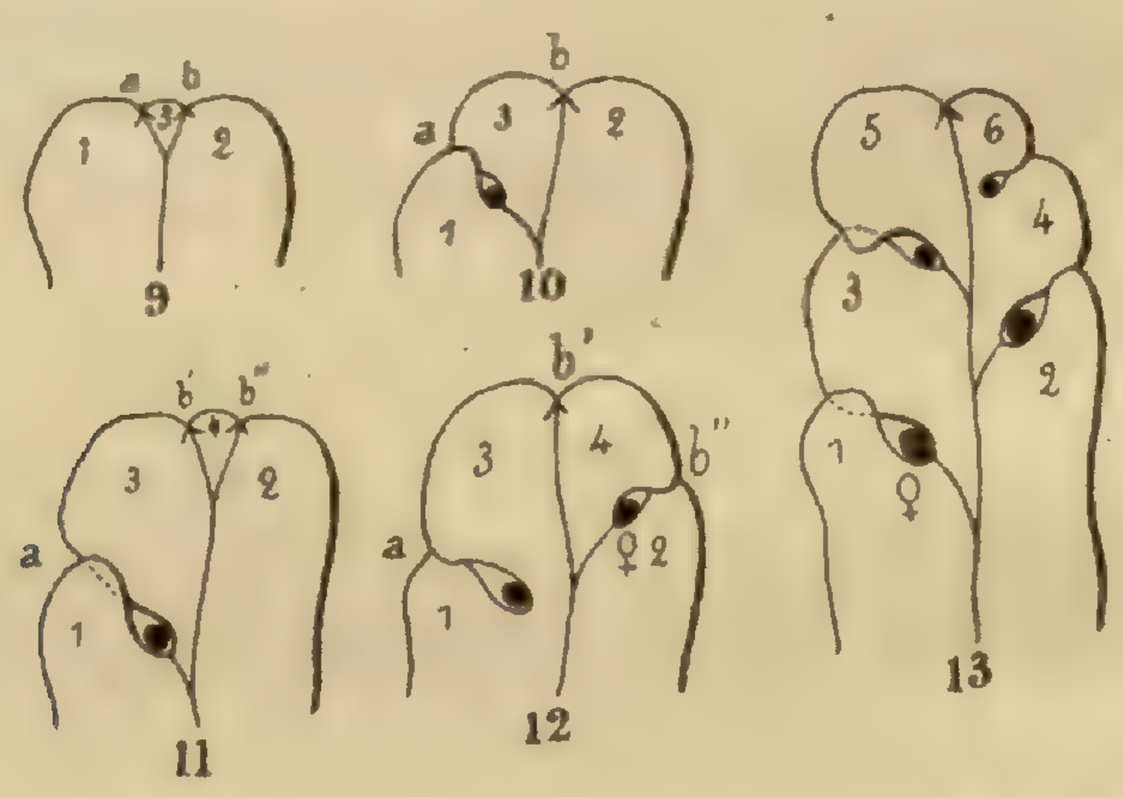


Fig. 9 à 13. — Bifurcation à branches inégales d'un thalle du *Lunularia* montrant comment les appareils femelles sont rejetés alternativement à droite et à gauche. Gr. 1,5.

lobes 2 et 3 qui ne tarde pas à se mettre dans le prolongement du thalle primitif, pendant que le jeune appareil femelle se trouve rejeté à gauche (fig. 10). Le thalle constitué par les lobes 2 et 3 se bifurque (fig. 11) et l'on a encore deux nouveaux points végétatifs *b'* et *b''* ; l'un deux *b''* va cesser de

fonctionner par suite de la naissance d'un nouvel appareil femelle. Pendant ce temps, le point végétatif *b'* va continuer à produire de nouvelles cellules : il en résulte un thalle 3-4 qui va se mettre dans le prolongement du thalle primitif et rejeter latéralement sur la droite le deuxième appareil femelle (fig. 12). Le thalle 3-4 va se bifurquer à son tour et les mêmes faits vont continuer à se produire de la même façon. Il peut y avoir jusqu'à cinq ou six appareils mâles ou femelles (fig. 13) et même davantage, qui sont ainsi rejetés alternativement à droite et à gauche d'une façon tout à fait régulière.

On peut voir de telles bifurcations à branches inégales dans le *Fegatella* (fig. 30 et 31) et le *Marchantia* (fig. 32), mais, dans ces deux cas, on n'observe plus aucune régularité dans le rejet latéral des appareils mâles ou femelles qui sont assez souvent groupés d'un même côté.

3° *Bifurcation arrêtée et soudée.* — La bifurcation arrêtée n'est, en réalité, qu'une bifurcation normale *arrêtée* dans son développement. Un petit lobe médian apparaît entre les deux nouveaux points végétatifs (fig. 15) : ce petit lobe

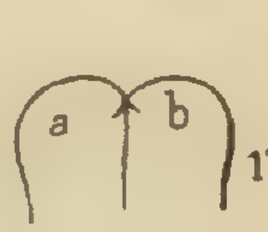
Fig. 14 à 16. — Formation d'une bifurcation arrêtée. Gr. 1,5.

grandit, parfois jusqu'à atteindre presque la largeur normale du thalle (fig. 16), mais alors les deux points végétatifs cessent de fonctionner. On peut observer fréquemment la bifurcation arrêtée sur les thalles stériles du *Marchantia polymorpha*, du *Lunularia* et du *Fegatella*.

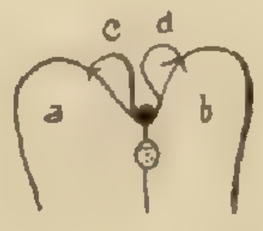
Les pédoncules à deux sillons sont, avec juste raison,

considérés comme formés de deux thalles ; ils proviennent d'une bifurcation dont les deux branches ont continué à s'allonger tout en restant intimement *soudées*. Il y a parfois ainsi plusieurs bifurcations, dont toutes les branches restent soudées et ne montrent au dehors que des lobes arrondis. Ces deux exemples sont des cas particuliers de la bifurcation arrêtée : on peut les appeler *bifurcations soudées* et celles-ci ne sont pas rares dans le *Marchantia polymorpha* (fig. 32) et le *Fegatella* (fig. 30) ; c'est le mode de bifurcation habituel des capitules des Marchantiées Lobées (Voy. classif. chap. V).

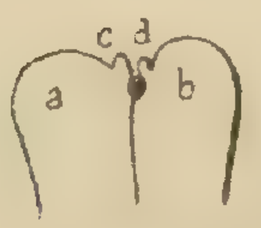
4° *Bifurcation contrariée.* — J'ai appelé ainsi un mode de bifurcation que l'on rencontre communément dans les



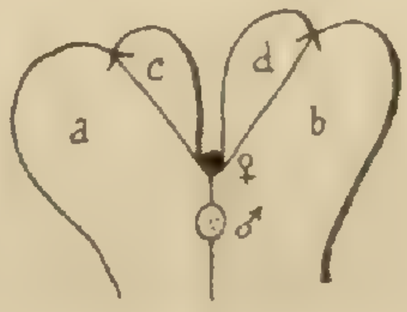
17



19



18



20

Fig. 17 à 20. — Différents stades du développement d'une bifurcation contrariée dans le *Peltolepis*. Gr. 3.

genres *Peltolepis*, *Sauteria* et *Exormotheca*, mais qui peut aussi se rencontrer ça et là chez les autres (*Marchantia*, *Reboulia*, etc.).

Lorsqu'un appareil femelle naît à l'extrémité d'un thalle, le point végétatif de celui-ci, situé au-dessus de l'appareil, se dédouble, mais le développement de ce dernier *contrarie* la formation du lobe moyen habituel : il se forme de part et d'autre de l'appareil fructifère deux petits lobes séparés *c* et *d* (fig. 18), qui s'allongent respectivement avec les lobes *a* et *b* du thalle primitif par suite des cloisonnements répétés des deux nouvelles initiales (fig. 19 et 20).

Les deux branches de la bifurcation peuvent s'accroître plus ou moins, en même temps que se développe l'appareil fructifère (fig. 28 et 29), ou même l'appareil mâle (fig. 27 et 35). Sur la figure 27, la bifurcation est contrariée par une pousse subflorale.

Ce mode de bifurcation se distingue très facilement de la bifurcation normale comme le montrent les figures 5 et 20. Dans la première, la bifurcation, qui commence en réalité en *a*, ne devient effective qu'en *b* par la séparation des deux branches qui la composent ; dans la deuxième, la bifurcation est de suite effective et commence dès le début de cette bifurcation, ce qui donne au thalle un faciès asymétrique qui passe inaperçu dans la bifurcation normale.

B. — Ramifications ventrales.

J'ai distingué dans ce groupe les *ramifications subterminales* par naissance d'un nouveau point végétatif qui, se substituant à l'ancien, arrête plus ou moins vite le fonctionnement de celui-ci placé au-dessus et les *ramifications ventrales proprement dites*, qui résultent de la formation de nouveaux points végétatifs fonctionnant conjointement avec le premier.

Aux premières appartiennent les pousses subapicales, florifères (appareils mâles et femelles pédonculés) et subflorales ; aux deuxièmes, les pousses ventrales proprement dites et les pousses bulbifères.

1° *Pousses subapicales*. — C'est un type de ramification qui n'est pas rare dans les genres *Marchantia, Lunularia, Reboulia*, etc. A son début, une pousse subapicale se présente avec l'apparence d'une bifurcation normale, je dis apparence, car il n'y a pas eu bifurcation du point végétatif. En effet, l'absence en *a* et *b* (fig. 21) des écailles protectrices de toute initiale suffit pour affirmer qu'il n'y a pas de sommet végétatif en ces deux points ; mais, par contre, au

sommet du lobe médian, on voit bientôt apparaître en *c* un point végétatif recouvert de ses écailles protectrices (fig. 22), c'est celui de la pousse subapicale *p* qui se développe entre les deux lobes du thalle primitif qu'elle repousse latéralement ; elle finit par se mettre dans le prolongement de ce thalle dont elle semble être la continuation (fig. 23), attendu que les deux parties concaves et rentrantes que l'on voit de chaque côté finissent par disparaître peu à peu.

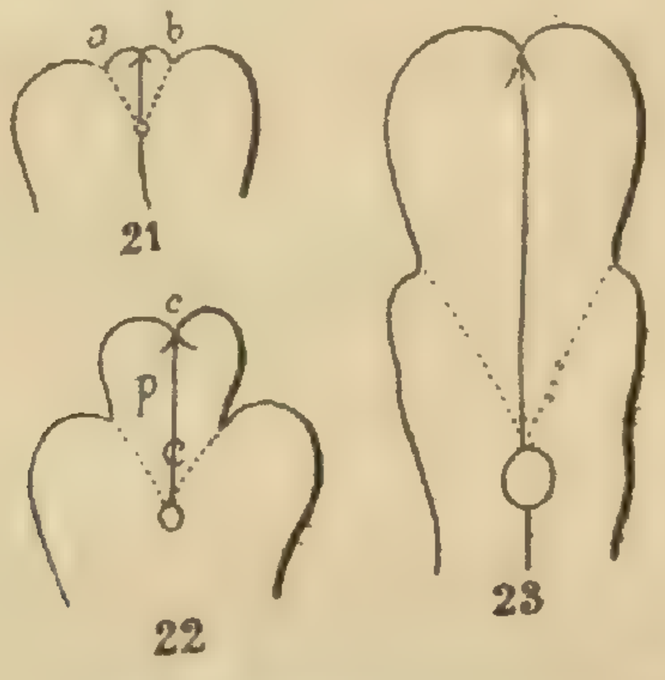


Fig. 21 à 23. — Formation d'une pousse subapicale à l'extrémité d'un thalle du *Marchantia*. Gr. 1,5.

La pousse subapicale n'a rien de commun avec l' « *apical branching* » de Cavers (1) dont j'ai parlé. En effet, si les figures qu'il a données (Pl. VI, fig. 1 à 7 de son mémoire) représentent bien différents états d'une pousse subapicale bifurquée, ses explications sont toutefois inexactes, car il a cherché l'origine de ces aspects du thalle dans des divisions répétées du sommet végétatif.

On trouvera plus loin un exposé détaillé du développement des pousses du *Fegatella*.

2° *Pousses subflorales*. — Dans toutes les Marchantiées, à pédoncule sillonné, les appareils mâles et femelles se développent à l'extrémité du thalle stérile qui cesse plus ou moins vite de s'accroître ; souvent alors, un nouveau point végétatif prend naissance au-dessous et développe un nouveau

(1) Cavers F. *loc. cit.*

thalle qui est une *pousse subflorale*. Ce thalle, d'abord très étroit s'élargit peu à peu (*s*, fig. 33), mais le plus souvent assez brusquement (fig. 26), atteignant ainsi très vite la largeur normale du thalle stérile dans le prolongement duquel il vient se placer.

Les pousses subflorales, fréquentes dans certains genres (*Bucegia*, *Preissia*, *Reboulia*, etc.) sont rares ou exceptionnelles chez d'autres (*Marchantia polymorpha* par exemple). Ce sont, en résumé, des pousses ventrales subterminales naissant au-dessous d'un appareil mâle ou femelle.

3° *Pousses floriflères*. — Ces pousses qui peuvent être *fructifères* (appareils femelles) ou *anthéridifères* (appareils mâles pédonculés) se rencontrent dans les Marchantiées sillonnées (Voy. chap. V), chez lesquelles — contrairement aux idées en cours — les appareils femelles et les appareils mâles pédonculés ne sont jamais la suite directe du thalle, attendu qu'ils sont dus à un point végétatif spécial. C'est la raison pour laquelle j'ai fait de ces pousses florifères des pousses spéciales que je ne mentionne ici que pour mémoire, puisque l'étude de leur origine et de leur développement sera exposée dans le chapitre suivant de ce travail.

De même que les pousses subflorales, les pousses florifères sont des pousses ventrales subterminales.

Les appareils mâles du *Lunularia* et du *Fegatella* qui sont sessiles et les appareils femelles du *Lunularia* dont le pédoncule n'est pas sillonné sont aussi des pousses ventrales subterminales.

4° *Pousses ventrales proprement dites*. — Les pousses ventrales se rencontrent chez toutes les Marchantiées, qui utilisent ce moyen de multiplication et remplacent ainsi la ramification normale, lorsque le point végétatif du thalle stérile ne peut plus fonctionner utilement. Il se forme, en divers points sous la nervure, de nouvelles initiales qui donnent naissance à autant de thalles.

J'ai observé des pousses ventrales dans la plupart des Marchantiées (*Reboulia, Marchantia, Plagiochasma, Sauteria, Dumortiera*, etc.). La figure 24 montre, chez le *Dumortiera hirsuta* Sv. vu par dessous, quatre pousses ventrales ;

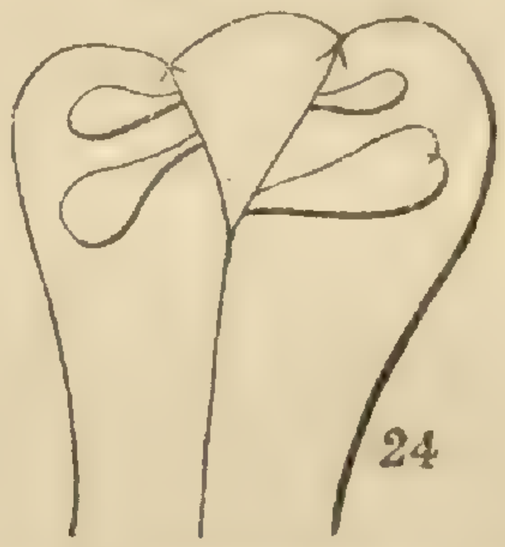


Fig. 24. — Pousses ventrales du *Dumortiera* (thalle vu par dessous). Gr. 1,5.

dans la figure 25, on voit trois de ces pousses, qui se sont produites dans une culture de *Reboulia,* dont les thalles trop entassés ne pouvaient plus s'allonger librement par leurs extrémités.

Les disques à anthéridies du *Targionia hypophylla* L. et

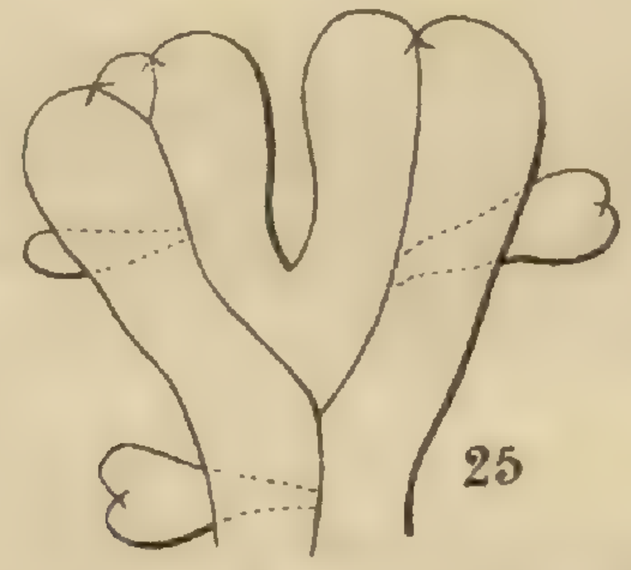


Fig. 25. — Pousses ventrales du *Reboulia* (thalle vu par dessus). Gr. 1,5.

du *Neesiella rupestris* Nees (d'après Massalongo) (1) sont presque toujours situés à l'extrémité de pousses ventrales.

5° *Pousses bulbifères.* — Ces pousses, qui peuvent naître en divers points de la nervure, donnent une sorte de thalle allongé et étroit, renflé à son extrémité, qui s'enfonce dans le sol pour y passer la saison sèche. Ces *pousses bulbifères*

(1) Massalongo C. Le Marchantiaceæ della Flora Europea (*Atti del reale Instituto Veneto di scienze, lettere ed arti,* 1915-1916, T. LXXV, parte secunda).

donnent, en effet, un nouveau thalle lorsque les conditions extérieures sont redevenues favorables.

L'*Exormotheca pustulosa* Mitt. et le *Corbierella algeriensis* Douin et Trabut récemment étudié par ceux-ci (1) offrent de beaux exemples de ces pousses bulbifères, qui ne sont qu'une variété de pousses ventrales. Il en est de même des prétendus bulbilles signalés dans le *Preissia*, etc.

Parfois, c'est l'extrémité du thalle qui se rétrécit et se recourbe vers le sol pour s'y enfoncer et s'y renfler. Dans ce cas, la pousse est en réalité *apicale*, puisqu'elle *n'est que la continuation modifiée du thalle stérile*.

C. — Ramifications dorsales.

Dans ces sortes de ramifications, les nouveaux points végétatifs n'arrêtent pas celui du thalle stérile qui continue à fonctionner en même temps que les précédents.

1° *Pousses stériles*. — Les pousses stériles dorsales sont plutôt exceptionnelles et sont toujours très réduites par défaut d'alimentation. J'en ai observé deux dans mes cultures : l'une sur le *Reboulia hemispherica* et l'autre sur le *Plagiochasma elongatum* Ldbg. et G. Comme ce sont des pousses plutôt anormales, il n'y a pas lieu de s'y arrêter ici.

2° *Pousses fructifères*. — Ces pousses ne se rencontrent que dans les genres *Clevea* et *Plagiochasma*. Ce sont des pousses dorsales subterminales qui, comme les pousses florifères ventrales, seront étudiées dans le chapitre II.

IV. Divers exemples de ramifications.

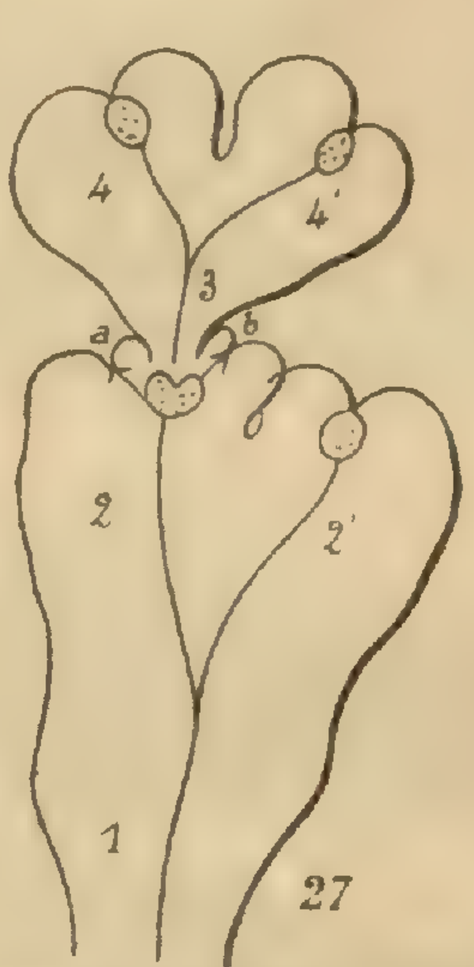
Pour terminer ce chapitre, je donnerai quelques exemples, afin de montrer qu'une même Marchantiée peut présenter, sinon tous les modes de ramification indiqués précédemment, du moins le plus grand nombre d'entre eux.

(1) Douin Ch. et Trabut L. Deux Hépatiques peu connues (*Rev. gén. de Bot.*, T. XXXI, p. 321 à 328, 1919).

1° *Reboulia occidentalis* Ch. et R. Douin (fig. 25, 26 et 27). — Dans la figure 25, le thalle s'est bifurqué normalement : l'une des branches est encore simple pendant que l'autre est à l'état de bifurcation arrêtée ; en outre, on observe par-dessous trois pousses ventrales qui donneront naissance à autant de nouveaux thalles.

Sur la figure 26, le thalle 1 s'est bifurqué normalement

26



27

Fig. 26 et 27. — Thalles du *Reboulia* montrant les divers modes de ramifications qu'on peut rencontrer dans ce genre. Gr. 1,5.

en *a* en donnant les branches 2 et 2'. Le thalle 2 s'est bifurqué en *b* et a donné les thalles 3 et 3'. Une pousse fructifère s'étant développée à l'extrémité du thalle 3, celui-ci s'est d'abord arrêté pour se continuer par la pousse subflorale 4. Une bifurcation à branches inégales s'est formée à l'extrémité du thalle 2' : l'une des deux branches s'est terminée par une androecie que l'autre branche a rejetée latéralement avant de se terminer par une pousse fructifère.

Dans la figure 27, le thalle 1 a donné une bifurcation normale dont les deux branches ont développé chacune une androecie à leur extrémité : la branche 2' s'est arrêtée à cet état ; mais le point végétatif de la branche 2 s'est bifurqué sous l'androecie en même temps que prenait naissance une pousse subflorale 3 qui a déterminé une bifurcation contra-

riée, dont les deux points végétatifs n'ont pas continué à fonctionner. La pousse subflorale 3 s'est bifurquée normalement et les deux branches se sont terminées chacune par une andrœcie.

A part les pousses florifères, qu'on rencontre dans toutes les espèces, on peut observer chez le *Reboulia* :

la bifurcation normale,
la bifurcation à branches inégales,
la bifurcation arrêtée,
la bifurcation contrariée,
la pousse ventrale,
la pousse subflorale.

2° *Peltolepis grandis* Ldbg. (fig. 28). — Dans la fig. 28, le thalle 1 montre une bifurcation normale formée par les branches 2 et 2′ qui ont donné chacune une bifurcation contrariée avec une pousse fructifère. La branche de gauche 3, après s'être arrêtée quelque temps dans son développement, a continué à s'allonger avec la pousse subapicale 4 qui s'est bifurquée au-delà de l'andrœcie dorsale.

On trouve ainsi dans le *Peltolepis* :

la bifurcation normale,
la bifurcation arrêtée,
la bifurcation contrariée,
la pousse subapicale.

3° *Sauteria alpina* Nees (fig. 29 et 29 bis). — Sur la figure 29, le thalle, après avoir donné des anthéridies isolées avec leurs petits involucres saillants au milieu du tissu stérile, s'est bifurqué inégalement, l'une des branches ayant été arrêtée par le jeune appareil femelle *a* ; l'autre branche s'est bifurquée normalement et a donné les thalles 2 et 2′ : le thalle 2 s'est continué par la pousse subapicale *d* pendant que la branche 2′ se terminait par une bifurcation 3 et 3′ contrariée par l'appareil fructifère. Cette figure montre, en

outre, une pousse ventrale *b* et une pousse subflorale *c*. On voit ainsi que, dans des cultures où la plante peut vivre pour ainsi dire indéfiniment, on peut trouver presque toutes les sortes de ramifications.

La figure 29 bis représente une pousse de la même plante bifurquée normalement, avec la curieuse pousse apicale *a* réduite à la nervure atténuée. Ce thalle provenant de la Gemmi est resté à l'obscurité dans une boîte pendant 6 ou

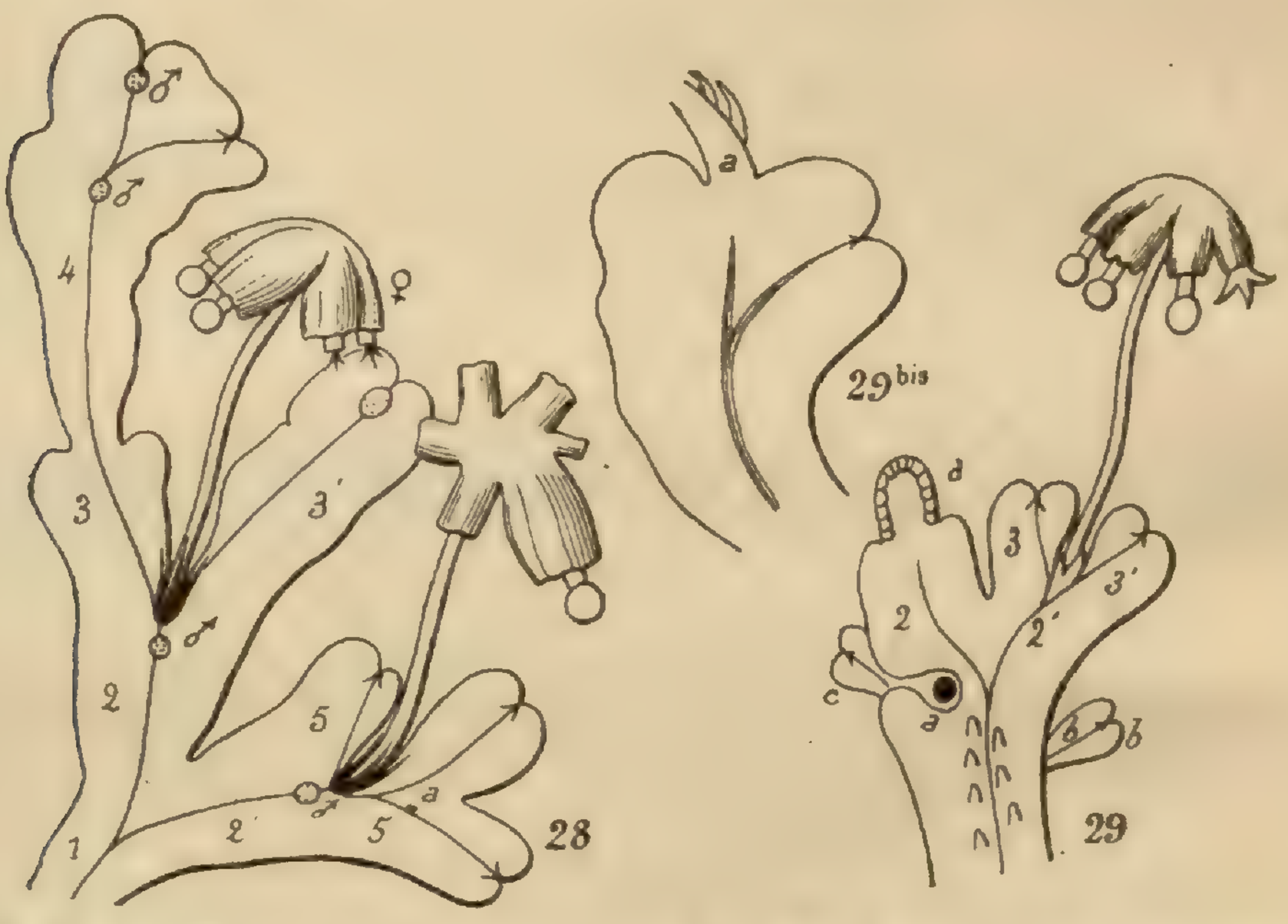


Fig. 28, 29 et 29bis. — Thalles du *Peltolepis* et du *Sauteria* montrant les types de ramifications que peuvent présenter ces Marchantiées. Gr. 3.

7 jours : c'est pendant ce temps que s'est produite la pousse *a*. Remise à la lumière, la pousse *a* s'est élargie et a continué à se développer normalement.

4° *Fegatella conica* Raddi (fig. 30 et 31). — Dans la figure 30, le thalle 1 s'est bifurqué normalement en deux branches égales 2 et 2' dont la croissance, après s'être arrêtée assez longtemps — comme le prouvent les deux étranglements qui séparent 3 et 2 d'une part, 3' et 2' de l'autre — a continué par les deux pousses 3 et 3', qui sont très probablement apicales. La plante a alors traversé une période de

végétation active, au cours de laquelle elle s'est considérablement accrue en se ramifiant et en donnant les disques mâles, *a*, *b*, *c*, *d*. Il s'est d'abord formé une bifurcation normale qui a donné les branches 4 et 4′ ; chacune de celles-ci s'est bifurquée deux fois inégalement, l'une des deux branches dans chacune des quatre bifurcations se trouvant arrêtée par un disque mâle rejeté latéralement. Il y a là une ramification analogue à celle du *Lunularia,* mais sans qu'il

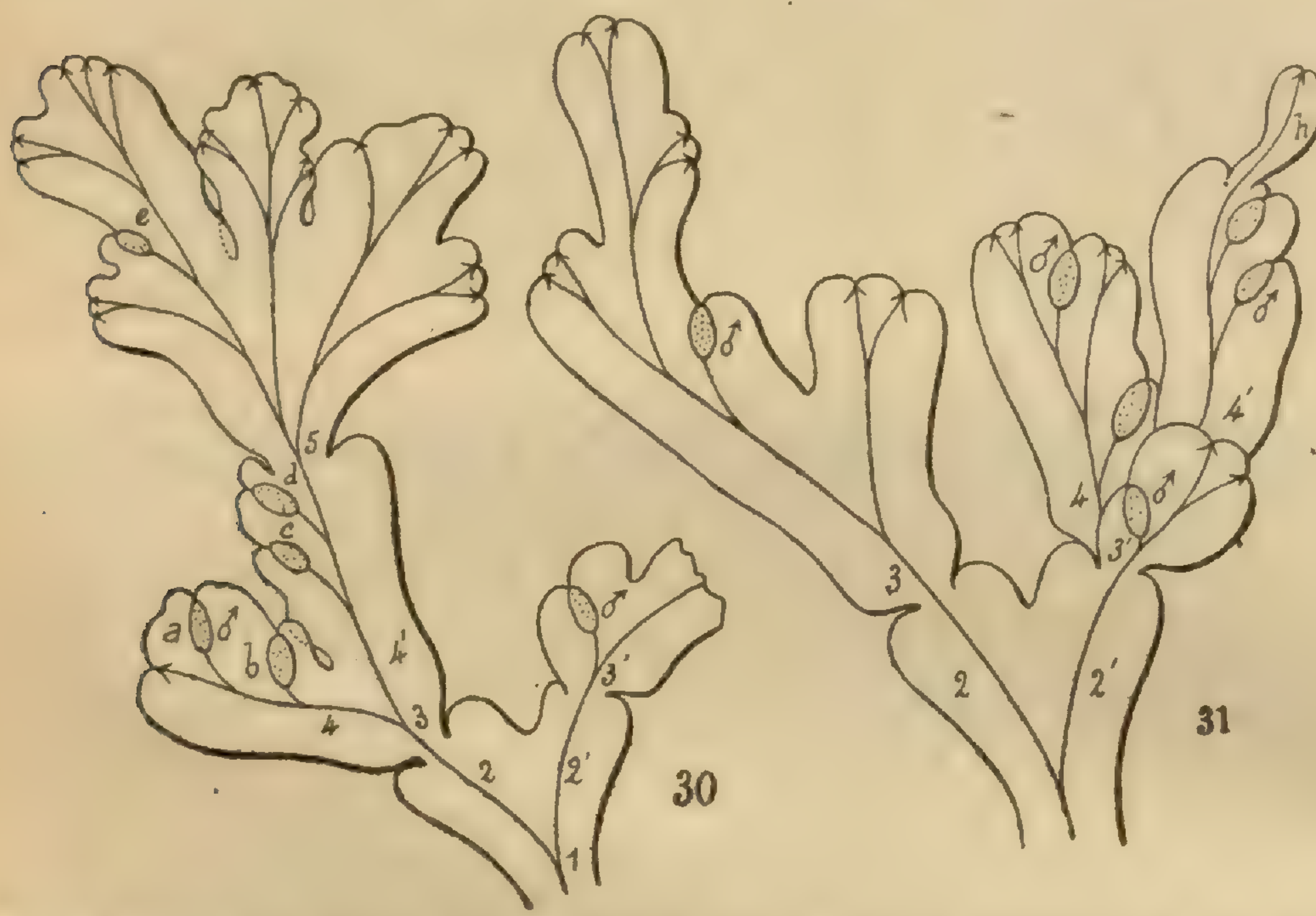


Fig. 30 et 31. — Deux thalles mâles du *Fegatella* présentant les divers modes de ramifications qui peuvent se produire dans cette Marchantiée. Gr, $\frac{8}{9}$.

y ait eu alternance dans les bifurcations inégales, comme l'indiquent les appareils mâles rangés très irrégulièrement. Alors le point végétatif de la branche 4 s'est arrêté définitivement, tandis que celui de la branche 4′, après un arrêt assez long, s'est remis de nouveau à fonctionner très activement, comme le prouvent les nombreuses ramifications de la pousse apicale 5, où l'on voit une bifurcation inégale dont une branche a été arrêtée par l'androecie *e* et diverses autres bifurcations normales, arrêtées et soudées.

On pourrait peut-être se demander les raisons de la présence d'un étranglement du thalle entre les différentes périodes d'activité d'un même point végétatif. Si l'arrêt de celui-ci est suffisamment long, les cellules qu'il a données par son cloisonnement vieillissent et finalement ne sont plus capables de se diviser. Que l'initiale recommence à se cloisonner, les nouvelles cellules qui prennent ainsi naissance repoussent peu à peu les vieilles cellules formées avant l'arrêt du point végétatif et ainsi s'établit la base étroite de la pousse qui va s'allonger et s'élargir.

Sur la figure 31, le thalle 1 s'est bifurqué normalement en 2 et 2′ ; les initiales de ces deux branches, après s'être arrêtées assez longuement se sont remises à fonctionner. La branche 2 a produit la pousse apicale 3, qui a donné — comme la pousse 5 de la figure 30 — diverses sortes de bifurcations ; quant à la branche 2′, elle a donné à la fois la pousse apicale 3′ et la pousse subapicale bifurquée 4 et 4. La pousse apicale a bientôt cessé de s'accroître par défaut d'alimentation, ses poils absorbants ne pouvant plus regagner le sol ; au contraire, les deux branches 4 et 4′ se sont largement accrues et ont donné quatre androecies.

La branche 4′, après un arrêt plus ou moins long, s'est continuée par la pousse apicale *h* encore peu développée, tandis que la branche 3′ est restée à l'état de bifurcation arrêtée. Dans cet exemple, si la pousse apicale n'existait pas, la pousse subapicale située au-dessous se mettrait dans le prolongement du thalle. Inutile de dire qu'il n'est pas toujours possible de distinguer ces deux sortes de pousses, aussi bien dans le *Fegatella* que dans les autres genres. On a vu précédemment, à propos du *Sauteria*, une autre cause de la formation d'une pousse apicale à base rétrécie.

Les figures 30 et 31, dessinées sur des thalles ayant vécu en même temps et au même endroit, montrent un curieux parallélisme qui reflète les conditions extérieures au milieu desquelles la plante a passé sa vie.

En résumé, on peut rencontrer dans le *Fegatella* :
la bifurcation normale,
la bifurcation à branches inégales,
les bifurcations arrêtées et soudées,
les pousses apicales et subapicales.

5° *Marchantia polymorpha* (fig. 32 à 35). — Sur la figure 32, le thalle 1 s'est bifurqué normalement en donnant les branches 2 et 2'. La branche 2' a d'abord présenté une

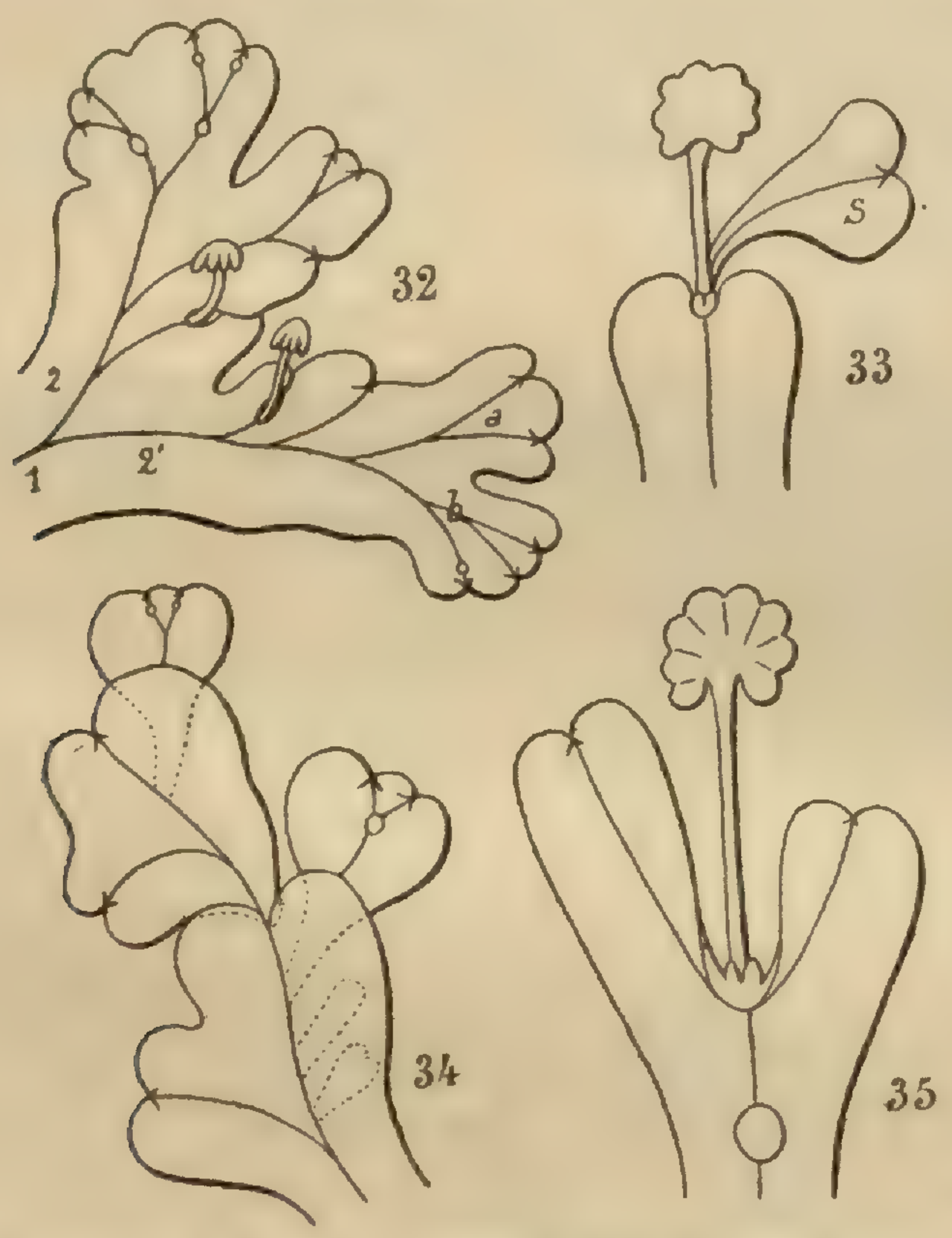


Fig. 32 à 35. — Thalles du *Marchantia polymorpha* montrant différents types de ramification. Grandeur naturelle.

bifurcation à branches inégales dont la branche gauche a été arrêtée par un appareil fructifère ; la branche droite a continué à s'allonger et à se ramifier abondamment ; on y voit une bifurcation arrêtée en *a* et une bifurcation soudée en *b*.

La figure 33 représente un thalle terminé par un appareil mâle à la base duquel s'est développée une pousse subflorale *s*, ce qui est tout à fait exceptionnel dans l'espèce considérée.

Le thalle de la figure 34 montre, en plus des bifurcations normale, subapicale et arrêtée, un grand nombre de pousses ventrales, fait qui n'est pas commun non plus chez le *Marchantia polymorpha*.

Enfin, dans la figure 35, on a un magnifique exemple de bifurcation contrariée entre les branches de laquelle se trouve un appareil mâle.

Dans toutes ces figures quelque peu schématisées, les corbeilles à propagules sont représentées par des cercles plus ou moins grands.

On peut donc trouver dans le *Marchantia polymorpha* — à part les pousses bulbifères — *tous les modes* de ramification. Il en serait sûrement de même dans presque toutes les Marchantiées, si l'on se donnait la peine de les cultiver et de les suivre avec attention dans toutes les phases de leur développement (Voy. le 3e exemple concernant le *Sauteria*).

On voit par ce qui précède quel est l'intérêt de ces recherches, car, étant donné un thalle adulte si compliqué soit-il (fig. 13, 27, 28, 29, 31 et 32), on peut ainsi *restituer facilement toutes les phases antérieures de son développement* et aussi *expliquer la disposition parfois curieuse des appareils mâles et femelles*. Ces recherches vont encore permettre de résoudre définitivement la question de l'origine de ces appareils et de comprendre leur constitution.

CHAPITRE II

CONSTITUTION ET DÉVELOPPEMENT DES APPAREILS MALES ET FEMELLES

I. Généralités sur la composition des appareils mâles et femelles.

Je vais indiquer ici les principaux aspects que peuvent présenter les appareils mâles et femelles des Marchantiées.

A. — Appareils mâles.

Dans les genres *Clevea* et *Sauteria*, les anthéridies sont isolées et espacées sur la ligne médiane du thalle au milieu du tissu stérile où l'on voit les ostioles des involucres saillants, comme dans les *Riccia*.

Dans les autres genres, elles sont groupées dans des organes bien différenciés appelés *andrœcies*. Dans les genres *Corbierella*, *Exormotheca*, *Grimaldia*, etc., les andrœcies sont plus ou moins allongées sur la ligne médiane et longitudinale du thalle. Les genres *Plagiochasma*, *Peltolepis*, *Reboulia* ont une andrœcie à forme bien définie, arrondie, en croissant de lune ou excavée en avant, toujours sur la ligne médiane du thalle.

Chez les *Lunularia* et *Fegatella*, l'andrœcie est également sessile, mais elle est mieux définie en ce sens qu'elle se trouve sur un thalle mâle spécial au lieu d'être enchâssée dans la masse du thalle stérile comme dans tous les autres types précédents. D'après Massalongo, les andrœcies du *Neesiella* seraient au sommet d'un rameau ventral comme

celles du *Targionia*. Ce serait aussi le cas de certains *Fimbriaria* d'après Howe (1) et Evans (2).

Enfin, dans les genres *Dumortiera, Bucegia, Preissia* et *Marchantia,* l'androecie est pédonculée (pédoncule à deux sillons) comme dans les appareils mâles des mêmes genres ; les anthéridies sont implantées dans une sorte de disque situé au sommet du pédoncule.

B. — Appareils femelles.

Toutes les Marchantiées ont leurs fructifications groupées sur un organe spécial subsessile (*Corbierella*) ou pédonculé (tous les autres genres) qui a reçu les noms de chapeau ou de capitule. D'après tous les hépaticologues, les appareils femelles se composeraient ainsi de deux parties : le pédoncule surmonté du chapeau dont l'ensemble forme le carpocéphale des auteurs ; dans les appareils mâles pédonculés, il y aurait aussi deux parties : le pédoncule et le disque.

En réalité, *tous les appareils mâles et femelles pédonculés se composent de trois parties distinctes.* En dehors des deux parties signalées, il y a en outre à la base du pédoncule une sorte de *thalle basilaire,* tantôt indistinct (*Cleveu, Plagiochasma*), tantôt en partie implanté dans le thalle stérile avec une partie libre plus ou moins grande (les autres genres).

a) *Thalle basilaire.* — Ce thalle est à peu près identique au thalle stérile dans le *Corbierella* (3). Dans le *Lunularia,* le thalle femelle est visible à l'œil nu tout autour de la base de l'appareil fructifère ; il en serait de même dans le *Fegatella,* si l'appareil femelle n'était pas caché dans une cavité spéciale. On le voit encore très nettement à la base du

(1) Howe M. A. The Hepaticæ and Anthocerotes of California (*Memoirs of the Torrey Bot. Club,* Vol. VII, 1899).

(2) Evans Al. W. Contributions from the United States National Herbarium (Vol. 20, part 8, 1920. The North american species of *Asterella*).

(3) Douin Ch. et Trabut L. *loc. cit.*

pédoncule du *Reboulia,* entre ce pédoncule et le thalle stérile : il est en partie caché par les écailles et sa couleur plus sombre est due à l'absence de chambres aérifères et de stomates. Dans la figure 35, qui représente un appareil mâle du *Marchantia polymorpha,* le petit thalle mâle basilaire a la forme d'un croissant de lune et se distingue facilement avec ses deux écailles à la base du pédoncule.

Le petit thalle basilaire mâle ou femelle (celui du *Corbierella* mis à part) est différencié par deux caractères spéciaux : il est dépourvu de chambres aérifères et de stomates et porte des écailles protectrices spéciales. Ce dernier fait est si général que ces écailles se voient même dans le *Fegatella* autour de la base du pédoncule et autour de l'andrœcie bien qu'elles soient inutiles dans ce cas particulier ; elles sont d'ailleurs rudimentaires.

b) *Pédoncule.* — Le pédoncule est plein ou creusé de un ou deux sillons. Il est presque nul chez le *Corbierella,* très court chez le *Cleveu Rousseliana* Mont., plus ou moins long dans la plupart des genres (jusqu'à 10 cm. dans le *Fegatella).* Ce pédoncule, continuation du thalle basilaire, possède comme lui la faculté de produire des écailles protectrices que l'on rencontre surtout à son sommet : en outre, il peut donner naissance sur sa partie antérieure — mais ce n'est pas général — à des chambres aérifères et des stomates.

c) *Capitule.* — Les capitules renferment les sporogones enveloppés dans leurs involucres ; ces derniers offrent au point de vue morphologique des types complètement différents qui contribuent essentiellement à distinguer les différentes sortes de capitules. Il y a ainsi trois sortes d'involucres et cinq types de capitules tout à fait distincts.

Dans les Marchantiées Inférieures (Voy. classif. chap. V), le capitule a entièrement une structure de thalle et chacun des involucres est formé par une partie externe montrant des chambres aérifères et des stomates et par une partie interne

qui donne naissance à des poils absorbants ; *ces deux parties ont un développement terminal* — caractère spécial aux thalles — et sont soudées latéralement. L'involucre se développe même si l'archégone n'a pas été fécondé : dans le cas contraire, il se déchire pour mettre les spores en liberté quand la capsule devient exserte.

Dans les Marchantiées Involucrées, le capitule est réduit aux involucres soudés, sans aucune partie à structure de thalle ; les involucres cylindriques et à *accroissement basilaire* ne se développent complètement que s'il y a eu fécondation.

Dans les Marchantiées Subinvolucrées, on trouve au-dessus des involucres une petite région plane, l'*impression*, qui renferme des chambres aérifères et des stomates.

Dans les Marchantiées Lobées, le capitule se compose d'une partie à structure de thalle plus ou moins lobée à la périphérie et *à accroissement terminal* formant la partie supérieure des involucres ; en dessous, se détachant de chaque lobe et complétant l'involucre, se voit une sorte de *lame incurvée à développement basilaire et ne présentant pas la structure de thalle* ; l'involucre ne se développe que conjointement avec les sporogones.

Enfin, dans les Marchantiées Rayonnées, on trouve exactement la même constitution que dans les Marchantiées Lobées, mais le capitule est complété par l'adjonction de rayons périphériques, tantôt longuement saillants (*Marchantia* Ch. et R. Douin), tantôt réduits à quatre angles peu accusés (*Preissia*).

II. Développement des appareils mâles et femelles.

Le développement des appareils mâles et femelles, à part quelques travaux spéciaux, n'a encore fait l'objet d'aucune étude d'ensemble.

Hofmeister (1) figure quelques coupes de capitules assez jeunes des *Marchantia, Fegatella* et *Reboulia,* capitules qu'il considère comme le prolongement du thalle : « *Der Blüthenstand einer Marchantie verdankt seine Entstehung der Entwickelung des Mitteltriebes des letzten vegetativen Sprosses.* »

Leitgeb (2) étudiant la question de l'origine des chapeaux mâles et femelles les répartit en trois groupes suivant qu'il les considère :

a) « *Als dorsale Bildungen* » (disques mâles des *Clevea, Sauteria, Plagiochasma, Fimbriaria, Peltolepis, Grimaldia, Reboulia* ; chapeaux femelles du *Plagiochasma* et du *Clevea).*

b) « *Als Enden unverzweigter Sprosse* » (disques mâles du *Lunularia ;* chapeaux femelles du *Sauteria, Fimbriaria, Grimaldia, Reboulia).* Leitgeb considère le pédoncule de tous ces chapeaux comme la suite directe du thalle.

c) « *Als ganzes Verzweigungsystem* » (disques mâles du *Marchantia, Preissia, Fegatella, Dumortiera* ; chapeaux femelles du *Lunularia, Marchantia, Preissia, Dumortiera).*

Leitgeb a aussi donné le développement des disques mâles et capitules femelles du *Marchantia polymorpha,* étude qui a été reprise par Kny (3) en 1890.

Cavers (4) étudie le développement de l'appareil fructifère du *Fegatella conica* qu'il considère, de même que le disque mâle, comme formé par un système de ramifications provenant des divisions successives du point végétatif d'un même thalle : « *the receptacle itself represents a modified*

(1) Hofmeister. Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Gymnospermen (mit 33 Taf., Leipzig, 1851).

(2) Leitgeb H. *loc. cit.*

(3) Kny L. Bau und Entwickelung der *Marchantia polymorpha* (Sonderabdruck ans dem Text der VIII. Abteilung der *Botanischen Wandtafeln* 1890).

(4) Cavers F. *loc. cit.*

branch-system essentially homologous with the male receptacle. The young receptacle first appears as a dome-like prominence, formed by active growth of the dorsal segments of the initial cells. »

Bolleter (1) reprend le travail de Cavers et pour lui aussi les capitules femelles et les disques mâles du *Fegatella* sont la suite directe du thalle. Il explique en effet que, l'hiver fini, lors de la reprise de la végétation, il se produit une bifurcation du thalle et que l'un des deux nouveaux points végétatifs se continue normalement en une pousse stérile pendant que l'autre donne un disque. Il écrit : *beim anderen* (point végétatif) *erfolgt nach jeweiliger Verbreiterung der Scheitelzelle im Vegetationspunkt rasch aufeinander eine dreimalige Gabelung, so dasz ein scheibenformiges Gebilde mit acht Scheitelzellen entsteht.* » et plus loin : « *Die weiblichen Rezeptakeln sind wie die Antheridienstände das Ergebniss einer dreimaligen Gabelung des ursprunglichen Sprosses.* »

Enfin, Schiffner, Müller et Casarès-Gil ont admis les conclusions de ces travaux, en particulier ceux de Leitgeb qu'ils ont résumés dans les généralités de leurs ouvrages actuellement classiques. Ils ont repris notamment les trois types d'appareils mâles et femelles distingués par Leitgeb.

A. — Origine des pousses floriflères.

Il y a là une question presque entièrement nouvelle par ses résultats. On peut diviser les pousses florifères mâles et femelles en quatre groupes distincts :

1° *Andrœcies sessiles sur le thalle stérile.* — Ces andrœcies, dont j'ai parlé au commencement du chapitre, sont pour ainsi dire enchâssées dans le thalle ; elles sont toutes d'origine dorsale-subterminale, c'est-à-dire qu'elles naissent

(1) Bolleter E. *loc. cit.*

immédiatement au-dessus du point végétatif qui continue à fonctionner.

2° *Andrœcies du Fegatella et du Lunularia.* — Elles forment un thalle spécial qui est d'origine ventrale subterminale, c'est-à-dire naissant immédiatement au-dessous du point végétatif qui cesse de fonctionner.

3° *Andrœcies terminant un rameau latéral.* — Ce sont celles du *Neesiella* qui se trouvent à l'extrémité d'une pousse ventrale et latérale.

(A suivre.)

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

I. Nature des lichens.

Au début du siècle, la théorie de Bary-Schwendener-Bornet est devenue classique: le Lichen est un être double, constitué par un Champignon et une Algue étrangère; et on considère généralement cette union comme une symbiose mutualistique, un consortium où chacun des associés rend des services à l'autre. Durant les dix dernières années, les deux parties de cette théorie ont été remises en question.

Le travail le plus révolutionnaire dans ses conclusions, sinon dans les faits observés, est un mémoire, richement illustré, d'Elfving (1) professeur à l'université d'Helsingfors, en Finlande, patrie du grand lichénologue Nylander. — Déjà, en 1902, au Congrès des Naturalistes et Médecins du Nord, Elfving (2) émettait l'opinion que la théorie de Schwendener avait besoin d'une révision. Cette opinion

(1) Elfving F. Untersuchungen über die Flechtengonidien. (*Acta Soc. scient. Fennicæ*, t. 44, n°2 ; 4°, 71 p., 8 pl., 1913).

(2) Elfving F. Uber die Flechtengonidien. *C.-R. du Congrès des Naturalistes et Médecins du Nord* tenu à Helsingfors du 7 au 12 juillet 1902. Section de Botanique, p. 26-31 ; Helsingfors, 1902).

était fondée sur des observations personnelles faites, d'une part sur *Peltigera canina* où les gonidies de la médulle d'abord incolores ne prenaient leur pigment vert qu'avec le temps et apparaissent ainsi comme des organes du thalle, non comme des organismes étrangers, d'autre part sur *Evernia prunastri* dont le thalle contient, au printemps, de nombreuses gonidies incolores, alors qu'à la fin de mai on n'en voit plus. Il n'avait pas constaté, à vrai dire, de relation anatomique entre la gonidie et l'hyphe ; mais, malgré ce « trou » dans ses observations, ce qu'il avait vu le portait à croire que les gonidies naissaient bien des hyphes. Dans son travail de 1913, il déclare qu'après révision les faits qu'il avait cru découvrir chez *Peltigera* et *Evernia* sont insuffisants ou inexacts, et ce sont de nouveaux faits qu'il soumet, appuyés sur de nombreux dessins. Avant la description de ces faits, il trace un historique très détaillé et très loyal de la question. Le gros argument de Schwendener-Bornet, dit-il, est que l'on n'a jamais constaté de relation anatomique entre la gonidie et l'hyphe, permettant de conclure à la production de la première par la seconde ; mais la non-observation n'est pas preuve suffisante de non-existence, tandis que si l'existence de telles relations est prouvée toute la théorie s'écroule ; et l'auteur prétend en fournir plusieurs cas. Les recherches ont été effectuées sur : 1) *Parmelia* (*Evernia*) *furfuracea* L.) et *Physcia pulverulenta* (Hoffm.), à gonidies *Cystococcus* ; — 2) *Arthonia radiata* (Pers.), à gonidies *Trentepohlia* ; — 3) *Ephebe pubescens* Fr., à gonidies *Stigonema* ; — 4) *Peltidea aphthosa* (L. *Nephroma arcticum* (L.), *Peltigera canina* (Pers.), à gonidies *Nostoc*.

Chez *Parmelia furfuracea*, l'auteur donne un bon nombre de figures représentant tous les prétendus passages entre l'hyphe allongée et incolore et la gonidie arrondie et verte ; les gonidies présentent d'ailleurs toutes les dimensions, et petites ou grosses peuvent être incolores ou vertes, libres ou en connexion avec les hyphes. Il ne s'agit pas, bien entendu, d'une transformation graduelle suivie dans une culture, sous le microscope, mais d'une série de figures prises sur des coupes d'extrémités de thalles, figures qui sont censées représenter différents stades. A la vérité, certaines connexions peuvent bien s'expliquer par une descendance ; mais elles s'expliquent aussi par un simple rapprochement et des figures semblables ont été interprétées dans ce sens par Schwendener et

Bornet. Quant aux différents stades représentés, il leur manque, à mon avis, pour être convaincants, une double gradation : dans la couleur du contenu et dans la nature de la membrane ; les gonidies, aussi bien les grosses que les petites, sont ou bien complètement incolores ou bien complètement vertes ; la transformation graduelle exigerait, semble-t-il, des petites gonidies incolores, des gonidies moyennes d'un vert pâle et des gonidies adultes d'un vert franc, pendant que la membrane, insensible d'abord à l'action de l'iode, se colorerait, dans les stades suivants, en violet de plus en plus foncé ; ou bien il faut admettre ici un processus unique dans l'histoire des éléments anatomiques : la différenciation brusque. Il est vrai que le Lichen, vu à travers l'une ou l'autre des théories opposées, est un être anormal et unique par sa constitution ; soit Champignon qui ne peut se passer d'Algues, soit Champignon qui produit des Algues, — car l'auteur ne nie pas que les gonidies venant des hyphes ne puissent vivre en liberté, comme des Algues dont elles ne diffèrent alors en rien ; — la différenciation brusque ne serait donc qu'une anomalie de plus à l'actif du Lichen. Elfving semble avoir bien vu lui-même l'objection ; il avoue, dans ses conclusions, que ses recherches ont besoin d'être complétées, et qu'en particulier la cytologie moderne regrettera l'insuffisance de certains détails. Il croit cependant avoir représenté un de ces détails désirés dans la figure 30 de la planche 1, montrant, dit-il, que la réaction colorante due au chlorure de zinc iodé et caractéristique de la membrane des gonidies affecte aussi, quoique plus faiblement, la membrane de l'hyphe ; or l'impression qu'on en retire est bien plutôt celle d'un contraste, accusant deux réactions différentes Quant au défaut de coloration verte que l'auteur considère comme la marque d'un stade initial, ne peut-il être expliqué autrement ? L'absence ou la disparition de la chlorophylle peuvent avoir soit des causes physiques (situation défavorable par rapport à l'éclairement), soit des causes physiologiques (épuisement par l'hyphe parasite). Enfin l'auteur avoue avoir eu beaucoup de mal à trouver ces quelques exemples de stades transitoires : « ou bien, dit-il, ce développement (à partir des hyphes) est très rare, ou le stade en question est de courte durée ; j'ai examiné des extrémités de rameaux très nombreux sans trouver de formation de gonidies : les gonidies y paraissent naître seulement par division d'autres gonidies. »

Chez *Evernia furfuracea* les gonidies apparaissent comme de simples différenciations de rameaux latéraux des hyphes. Dans les autres espèces étudiées, l'origine des gonidies est plus ou moins différente et très variée : ici, la gonidie naît à la façon d'une conidie ; là, elle apparaît comme une hernie, un épanchement de protoplasma d'abord sans membrane différenciée ; ailleurs, elle a la signification d'une rénovation cellulaire ; ailleurs encore, la matière verte se présente en traînées irrégulières qui n'ont même pas la forme des cellules fongiques au milieu desquelles elles apparaissent.

A la fin de son travail, dans un supplément de quatre pages, Elfving décrit un Champignon à mycélium brun, établi sur l'écorce d'un Sorbier, où croît d'ailleurs un *Arthonia radiata*, avec deux espèces de *Verrucaria* ; or ce mycélium donne lui aussi naissance à des cellules vertes avec chromatophores et pyrénoïdes. Un autre Champignon à grosses cellules brunes, arrondies, groupées en massif, donne naissance à un groupe de cellules *Pleurococcus*. Donc, d'après l'auteur, ces Champignons sont en réalité des Lichens ; le mycélium observé appartient probablement à l'une de ces espèces de Lichens qui vivent dans l'écorce, par exemple à un *Verrucaria*, dont les périthèces ont une enveloppe d'hyphes ressemblant assez au mycélium en question.

Elfving conclut de l'ensemble de ses recherches « que des gonidies naissent de cellules incolores : non pas que chaque gonidie tire directement son origine d'une hyphe, mais, dans le thalle, des cellules incolores naissent des gonidies qui se multiplient ensuite comme telles par division. Le Lichen est donc une plante simple, et on doit revenir à l'ancienne conception ; ... la théorie de Schwendener était, dans son temps, l'expression logique des faits connus ; de nouveaux faits sont survenus, elle doit céder la place. Ainsi va la science ! Ainsi Nylander, avec son intuition, avait raison contre les fines méthodes et l'âpre logique des savants de laboratoire ! Les gonidies de Lichens, organes du thalle, peuvent en sortir en liberté, se multiplier et sont alors des Algues : certaines Algues sont ainsi des rejetons de Lichens. J'ai la conviction que tôt ou tard la justesse de mes observations sera constatée. »

Depuis la publication de ce travail d'Elfving, il faut bien reconnaître qu'aucun fait nouveau n'est venu lui donner raison. Les

appréciations parues ici et là ont accueilli le mémoire avec tout le respect dû à l'auteur, mais l'ont qualifié de curieux plutôt que de convaincant. Deux mémoires cependant l'ont pris à partie de plus près : —

Nienburg (3) s'est attaqué indirectement à la théorie d'Elfving. Si, dit-il, la gonidie est un produit de l'hyphe, pourquoi cette distribution si variée de la couche à gonidies dans les différents Lichens? Si, au contraire, la gonidie ne provient jamais que d'une autre gonidie, ne doit-on pas trouver, dans les parties en croissance du thalle, des dispositions particulières qui réalisent l'extension de la zone à gonidies dans le nouveau tissu mycélien ? Il a fait des recherches en ce sens chez une espèce stérile de *Pertusaria*, chez *Evernia furfuracea* et dans des isidies. Chez *Pertusaria*, Frank avait déjà signalé des hyphes dont l'extrémité appuyée à une gonidie la poussait, en croissant, vers l'extérieur. Darbishire pensait au contraire que le bord du thalle s'incorporait des Algues étrangères libres jusqu'alors. D'après Nienburg, c'est Frank qui a raison : le thalle en croissance s'incorpore bien des Algues étrangères, mais celles-ci ont un aspect maladif : elles sont mourantes ou déjà mortes. Les gonidies en bonne santé proviennent de la zone à gonidies. Au pourtour de cette zone, l'auteur représente certaines gonidies dont la face tournée vers l'intérieur est accolée à un faisceau d'hyphes, appuyées sur la gonidie par leur extrémité, tandis qu'à la face tournée vers l'extérieur se trouve un espace libre, triangulaire en coupe, le tout donnant bien l'impression que la gonidie est poussée par le faisceau d'hyphes postérieur, à la façon d'un coin qui se fraie un chemin au milieu des hyphes enviromantes. Ces hyphes poussantes « Schiebenhyphen », sont plus riches en protoplasma que les hyphes ordinaires. La gonidie ainsi poussée vers l'extérieur se divise bientôt et les cellules-filles peuplent le nouveau point du thalle, séparées de bonne heure par les hyphes qui cessent de jouer leur rôle de poussoir et s'intercalent entre elles. — L'auteur a constaté le même phénomène, moins marqué toutefois, dans les extrémités d'*Evernia furfuracea*. — Dans les isidies, il n'y a pas de dispositif particulier : les gonidies sont simplement entraînées par les hyphes. — Ces différences dans

(3) Nienburg W. Uber die Beziehungen zwischen den Algen und Hyphen im Flechtenthallus. (*Zeitschr. f. Bot.*, t. 9, p. 529-545 ; 1 pl., 6 fig. texte. 1917 .

l'extension de la zone à gonidies s'expliquent, d'après Nienburg, par les différences dans la rapidité de croissance ; le thalle de *Pertusaria* s'accroît très vite : le peuplement des nouvelles zones mycéliennes est grandement facilité par des « Algues voyageuses » et des « hyphes poussantes » ; les isidies au contraire ont une croissance très lente : l'entraînement des gonidies suffit. — Mais « dès lors qu'un dispositif particulier existe dans certains cas, la théorie d'Elfving n'est plus soutenable : car pourquoi existerait-il des organes particuliers, si les hyphes sont capables de produire des gonidies ? »

Mlle Mameli (4) a repris les mêmes objets de recherches qu'Elfving et, en plus, bon nombre d'autres espèces de Lichens. Elle n'a rien vu de ce qu'a vu Elfving et elle explique les affirmations de celui-ci par des erreurs d'interprétation dans l'examen de ses préparations, erreurs dues soit à des altérations cellulaires provoquées par les liquides fixateurs, soit à la présence de corpuscules colorés, de nature diverse, mais n'ayant aucun rapport avec la chlorophylle ou la phycocyanine.

La théorie de Schwendener demeure donc classique. Mais la question de savoir si, dans l'état actuel de leur évolution, les Lichens doivent être traités comme des Champignons ou comme une classe spéciale, n'en demeure pas moins entière. A ce sujet, il faut citer un article original de Fink (5). Il a interrogé un grand nombre de botanistes sur la question du maintien des Lichens dans une classe à part ou de leur distribution au rang des Champignons : 146 réponses lui sont parvenues. De ces réponses il résulte que les lichénologues sont presque complètement d'accord sur le maintien des Lichens dans un groupe particulier ; parmi les autres botanistes, 80 % sont du même avis. Les principales raisons données par la majorité sont les suivantes : les Lichens ont des propriétés particulières ; l'étude des Lichens groupés à part est plus commode ; les Lichens ont une double nature ; les connaissances actuelles sont insuffisantes pour les distribuer dans les différentes familles de Champignons. La minorité trouve au contraire

(4) Mlle Mameli E. Note critiche ad alcune moderne teorie sulla natura del consorzio lichenico. (*Istit. bot. d. r. Univ. di Pavia*, p. 209-226 ; 1 pl. col., 1920.)

(5) Fink B. The Nature and Classification of Lichens. I : Views and arguments of Botanists concerning classification. (*Mycologia*, t. 3, p. 231-269, 1911).

«que les lichens ne forment pas un groupe naturel, que leur fructification est celle d'un Champignon.

Si les vues de la grande majorité des botanistes sont d'accord à ce sujet, il n'en va plus de même quand il s'agit des relations biologiques des deux éléments du lichen. La conception de symbiose mutualistique paraît à plusieurs insuffisamment caractériser l'association du Champignon et de l'Algue : pour les uns, le Champignon est purement et simplement un parasite ; pour d'autres, c'est l'Algue qui serait plutôt le parasite ; enfin la théorie intermédiaire de symbiose mutualistique a encore ses partisans.

Dans les années qui ont précédé la période qui nous occupe, Elenkine, à plusieurs reprises, a considéré comme un fait général chez les Lichens l'existence d'une zone « nécrale », caractérisée par la présence de nombreuses gonidies mourantes ou mortes, vides de protoplasma ; il n'affirme pas d'ailleurs que le Champignon est la cause de cet état ; il croit, en tout cas, qu'il en profite à la façon d'un saprophyte (théorie de l'endosaprophytisme). Danilov (6) élève d'Elenkine, a porté son attention sur la pénétration des hyphes dans les gonidies, chez un grand nombre de lichens : *Evernia prunastri*, *E. furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *Xanthoria parietina*, *Usnea barbata*, *Cladonia rangiferina*, *Lecanora angulosa* ; ses recherches ont abouti à la découverte de faits, représentés dans ses dessins et microphotographies, démontrant, pense-t-il, le caractère antagoniste du Champignon et de l'Algue. L'hyphe, au contact de la gonidie, présente toujours un renflement marqué ; de plus, elle émet, à l'intérieur de la gonidie, soit des prolongements de même diamètre que le sien, soit des ramifications excessivement fines qui s'étendent d'abord à la surface du protoplasma de la gonidie, puis le pénètrent en tous sens ; ces fines hyphes internes n'ont pas de membrane d'enveloppe ou leur membrane est si ténue qu'elle ne peut être décelée ; à la fin, la gonidie est vidée de son contenu propre : elle ne contient plus qu'une substance fongique, le fin réseau des hyphes qui l'ont épuisée. Avant cette destruction complète, l'influence du parasite se fait sentir dans la pâleur des

(6) Danilov A. N. Ueber die gegenseitige Verhältniss zwischen den Gonidien und dem Pilzcomponentem in der Flechtensymbiose. (*Bull. Jard. imp. bot. St.-Pétersbourg*, t. 10, p. 33-70, 3 pl., 9 fig. texte, 1910).

gonidies, l'irrégularité de leur division, la déformation de leur protoplasma, etc. Il s'agit donc bien de vrais suçoirs intracellulaires, suivant les données de Schneider et de Peirce, et le Champignon du lichen n'est qu'un parasite de l'algue-gonidie. En terminant, Danilov émet l'opinion que peut-être les gonidies libérées contiennent un réseau d'hyphes, embryon du Champignon, emportant ainsi leur parasite avec elles : il rapproche cette hypothèse de la théorie du mycoplasme d'Erickson. — Il est juste d'ajouter que Paulson et Hastings (7) ont étudié le même sujet sur un certain nombre de Lichens foliacés et frutescents, en particulier sur une variété de *Cladonia digitata*. Ils notent deux formes de relations : 1° la gonidie est entourée d'hyphes lâchement appliquées simple contact de Schneider) ; 2° l'hyphe modifiée dans sa forme présente une large surface de contact avec la gonidie (contact intime ou suçoir extra-cellulaire). Mais ils n'ont pas observé un seul cas qui puisse être regardé comme une pénétration d'hyphes dans la gonidie (suçoir intra-cellulaire). Ils semblent expliquer les dessins de Danilov soit par l'aspect dû à la plasmolyse, soit par la structure réticulée du protoplasma lui-même.

Nienburg (3) a cherché en vain des suçoirs chez un grand nombre de Lichens ; mais il en a trouvé de très nets chez *Evernia prunastri*. Les figures montrent des hyphes soit simplement appuyées sur la gonidie, soit émettant un suçoir plus ou moins long, parfois ramifié, traversant, dans un cas, toute la gonidie. La portion de l'hyphe au contact est toujours très renflée. Les gonidies ainsi pénétrées finissent par mourir. L'auteur n'a pas vu les fines divisions de suçoirs en réseau décrites par Danilov ; mais pour lui, l'existence de suçoirs, chez *Evernia prunastri*, n'est pas douteuse. De ces constatations et des constatations antérieures dues à d'autres auteurs, il admet que le destin général des gonidies est d'être épuisées par le Champignon. Il s'agit donc d'une symbiose antagoniste, d'un parasitisme, mais d'un parasitisme particulier : car certains autres faits montrent que l'Algue semble peu souffrir, d'ordinaire, de ce parasitisme, et même qu'elle doit au Champignon une activité plus grande. Le Champignon du lichen ressemble à un

(7) Paulson R. et Hastings S. The Relation between the Algæ and Fungus of a Lichen. (*Linn. Soc. Journ. Bot.*, vol. 44, p. 497-506, pl. 21 et 22, 1920).

sage maître qui nourrit bien ses esclaves, afin de pouvoir mieux les utiliser A ce parasitisme mitigé, Nienburg applique le terme introduit par Warming : hélotisme. Warming (7) emploie, en effet, ce terme d'hélotisme, mais avec une acception un peu différente, accentuant encore l'idée de parasitisme : l'Algue, grâce à sa chlorophylle, peut fournir la nourriture hydrocarbonée : elle est indispensable au Champignon ; mais l'inverse n'est pas aussi vrai : l'Algue peut se passer du Champignon ; le fait de sa multiplication active dans le Lichen peut très bien s'expliquer par un phénomène d'hypertrophie, un état maladif. La protection contre la sécheresse, de l'Algue par le Champignon, ne peut guère entrer en ligne de compte : car, d'une part, les Algues en question supportent très bien la dessiccation et, d'autre part, les Lichens se dessèchent, en fait, à un tel point qu'ils deviennent friables. L'Algue est d'ailleurs gênée dans sa multiplication : elle ne forme pas de zoospores. En réalité, elle est une esclave et le Champignon est une espèce de parasite qui diffère des parasites ordinaires en ce qu'il héberge son esclave et lui fournit une partie de sa nourriture

Mlle Mameli (4) a également porté son attention sur l'existence des suçoirs et étudié un grand nombre de Lichens hétéromères et homéomères. Elle n'a pas trouvé de suçoirs chez 25 Lichens hétéro- et homéomères ; elle a trouvé quelques rares suçoirs dans 3 Lichens hétéromères ; elle en a trouvé fréquemment chez 4 espèces de Lichens homéomères, et elle en donne des figures très nettes. L'existence des suçoirs n'est donc, d'après elle, un fait ni général, ni constant. La « zone nécrale » d'Elenkine est loin d'être toujours bien marquée ; lorsqu'elle est nette, les nombreuses Algues mortes qui s'y trouvent doivent leur mort probablement au manque de lumière bien plus qu'au parasitisme du Champignon. Mlle Mameli n'a constaté que rarement l'invasion de gonidies mortes par le mycélium. Et de tout cela elle conclut que la théorie du parasitisme est exagérée.

Treboux (8) part de ce principe que si la symbiose mutualistique

(7) Warming-Graebner. *Lehrbuch der œkologischen Pflanzengeographie*; 3e éd. p. 213. Berlin, 1918).

8) Treboux O. Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* in Bezug auf die Flechtensymbiose. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t 30, p. 69-81, 1912).

existe réellement, l'Algue gonidie doit prendre, du fait de l'existence commune, des habitudes physiologiques différentes de celles de l'Algue libre correspondante. Il a donc comparé la gonidie de *Xanthoria parietina* et un *Cystococcus humicola* libre, algue aérienne typique, vivant sur les troncs d'arbres. Or celle-ci montre, dans toutes ses relations, même au point de vue de sa nutrition, les mêmes propriétés que les gonidies de *Xanthoria ;* elle se laisse employer, pour la synthèse, avec le même succès que la gonidie : il n'y a donc pas, dans le Lichen, symbiose mutualistique. Au contraire, cette similitude complète dans les besoins nutritifs d'une part, et, d'autre part, la diminution de l'activité multiplicative, ainsi que l'aspect maladif de la gonidie, indiquent l'influence nocive du Champignon. L'auteur est ainsi conduit à admettre la théorie du parasitisme de Danilov.

Tobler, dans une série de recherches, a étudié les relations physiologiques des deux composants du Lichen; ses conclusions sont nettement dans le sens de la symbiose mutualistique. Déjà, en 1909 (9), il voit une sorte d'équilibre entre l'Algue et le Champignon, l'Algue conditionnant, dans une certaine mesure, la forme et la structure du thalle ainsi que le métabolisme du Champignon. Il a surtout étudié *Xanthoria parietina,* dont il a fait des cultures pures. Ses cultures diffèrent de celles de Mœller, principalement par l'emploi de substratums solides (gélatine additionnée de moût de bière). Le mycélium obtenu à partir des spores atteint bien un certain degré de différenciation et, après onze semaines, l'auteur distingue, dans le complexe d'hyphes qui atteint un peu plus de 5 mm. de diamètre contre 3 mm. de hauteur : 1° un noyau compact ; 2° une zone lâche ; 3° une zone compacte, surmontée d'hyphes dressées et peu fournies, rappelant, dans une certaine mesure, la médulle, le cortex et même la couche à gonidies (sans gonidies) du Lichen; mais toutes ces zones ont des éléments rayonnants et le cortex, en particulier, n'a rien de la complexité qu'on trouve chez le Lichen *Xanthoria ;* de plus, la pariétine, cette substance jaune qui caractérise ce Lichen et qui se colore en rouge sang sous l'action de la potasse, est complètement

(9) Tobler F. Das physikalische Gleichgewicht von Pilz und Alge in der Flechten. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t. 27, p. 421–427, 1909).

absente. Si à ce thalle mycélien on ajoute des algues de culture pure, la réaction de la pariétine apparaît bientôt ; la difficulté des cultures ne lui a pas permis d'atteindre le stade de différenciation complète du thalle en couche corticale et couche à gonidies. De ces faits, Tobler croit pouvoir déduire que le Lichen doit à l'Algue symbiote certaines de ses caractéristiques morphologiques et physiologiques. Il tire des conclusions analogues de cultures de fragments de thalle, où il constate que le cortex ne se régénère qu'autant que la couche à gonidies s'est développée.

Tobler (10) a constaté, sur *Xanthoria parietina*, des faits qui intéressent particulièrement la physiologie de la gonidie. Des spores en culture pure ont produit des mycéliums avec des quantités plus ou moins considérables d'oxalate de chaux ; au contraire, des cultures concomitantes de spores et de gonidies ont donné un thalle imparfait sans acide oxalique : l'auteur en conclut que, vraisemblablement, l'Algue utilise, comme source de carbone, l'acide produit par le Champignon. D'autre part, dans des solutions nutritives ne contenant pas d'autre carbone que celui de l'air, les Algues prospèrent et ont une allure normale, tandis que les cultures du Champignon restent presque stationnaires : si on ajoute des Algues au Champignon, les Algues y croissent supérieurement, mais elles deviennent incolores. Tobler voit là un signe certain « qu'un acide est produit par le Champignon, sans doute de l'acide oxalique, acide préféré maintenant par l'Algue comme source de carbone. » Ainsi, dans la biologie normale du Lichen, le Champignon emprunte son carbone à l'Algue ; celle-ci, à son tour, utilise le carbone de l'acide oxalique : il y a donc une vraie symbiose, avec cycle de carbone. L'auteur se défend, d'ailleurs, de vouloir étendre les résultats obtenus à d'autres cas non étudiés ; il est convaincu, au contraire, que les relations des deux constituants du Lichen sont loin de réaliser partout le même schéma.

Dans un autre mémoire de la même année, Tobler (11) étudie deux questions différentes. La première se rapporte aux relations des parasites de Lichens avec le substratum. Après avoir rappelé les

(10) Tobler F. Zur Ernahrungsphysiologie der Flechten. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t. 29, p. 3-12, 1911).

(11) Tobler F. Zur Biologie von Flechten und Flechtenpilzen. (*Jahrb. fur wiss. Bot.*, t. 49, p. 389-417; 1 pl., 1911).

faits de « parasymbiose », tels que Zopf et Kotte les ont fait ressortir, l'auteur étudie deux cas de Lichens doubles (Doppelflechte) : 1° *Phacopsis vulpina* Tul., parasite d'*Evernia vulpina*, possède la faculté, comme les hyphes d'*Evernia*, d'envelopper les gonidies ; il s'établit de préférence dans la zone à gonidies et les excite à un actif développement ; quand il s'y développe trop fortement, il déloge les hyphes d'*Evernia* et finit par tuer les gonidies ; il se comporte donc d'abord comme parasymbiote, puis comme parasite ; 2° *Karschia destructans* Tobl., parasite de *Chænotheca chrysocephala* (Turn.), s'établit d'abord superficiellement sur le Lichen, puis, en s'accroissant, s'enfonce de plus en plus profondément dans le thalle, puis pénètre jusque dans le liège du substratum (écorce de *Larix*); sur son passage, les éléments du Lichen disparaissent, d'abord les gonidies, puis les hyphes ; cependant parfois, sur les bords de son trajet, des Algues sont simplement enveloppées ; ce Champignon serait donc d'abord à la fois parasymbiote et parasite, à la fin tout à fait saprophyte. Tobler conclut, de ces deux cas différents, que les parasites de Lichens ne présentent pas tous les mêmes propriétés physiologiques, et que tous les types d'association peuvent s'y rencontrer, depuis le parasitisme jusqu'au saprophytisme, en passant par la symbiose ; chez les Lichens, il en est de même ; et Elenkine, selon lui, a trop généralisé ses théories d'endosaprophytisme. Dans la seconde partie de son mémoire, Tobler étudie le développement des sorédies de *Cladonia*. Il a fait des ensemencements de sorédies, les uns sur de la terre stérilisée, au fond de pots à fleurs ; d'autres, sur de petites assiettes d'argile ; d'autres, en gouttes pendantes ; d'autres, sur des milieux nutritifs solides (agar, gélatine). Ces derniers n'ont jamais réussi, faute de stérilisation suffisante ; les autres ont donné, dans les premiers mois, des végétations plus ou moins actives des deux composants, où tantôt l'Algue, tantôt le Champignon, prédomine, suivant les conditions d'éclairement et d'humidité ; un seul phénomène est constant : le mycélium ne prend de l'extension qu'à la suite de l'Algue. Ce n'est qu'après six à neuf mois, dans les cultures sur terre les mieux réussies, qu'il a obtenu des formations de thalle, composé de plusieurs sorédies agglomérées, et recouvert d'un cortex. Il note en passant la grande résistance des sorédies à la sécheresse : elles peuvent rester une demi-année sans perdre leur faculté de développement. Ici encore,

comme dans son travail de 1909, Tobler fait ressortir la dépendance du Champignon vis-à-vis de l'Algue et s'en tient à la symbiose mutualistique.

Un mémoire de Salomon (12) peut être également considéré comme un apport à la théorie de la symbiose, bien que l'auteur ne discute pas à ce point de vue ses recherches sur l'absorption et l'utilisation des sels nutritifs chez les Lichens. Il a étudié 103 espèces de Lichens de tous les groupes et y a suivi la distribution intime du phosphore, du magnésium, du potassium, du calcium, de l'azote (nitrates, nitrites, sels d'ammonium), par les procédés microchimiques. Le phosphore, très fréquent chez les Lichens, se trouve, en général, en plus grande quantité dans l'hyphe que dans l'Algue, avec un maximum dans l'asque : le Champignon semble donc fournir l'acide phosphorique à la gonidie. Le magnésium, le potassium, le calcium présentent une distribution aussi irrégulière; à noter cependant que les gonidies vertes semblent avoir une préférence pour le potassium, tandis que les gonidies bleues préféreraient le calcium. A part quelques exceptions, les Lichens étudiés n'ont pas donné la réaction des nitrates : est-ce défaut d'absorption, ou rapidité de consommation? Pour en décider, Salomon imbibe des thalles d'une solution de nitrate de K à 0,1 %; après huit jours, l'analyse montre que dans beaucoup de cas, la consommation a été complète ; à noter ici encore que les gonidies bleues de *Collema* ont une consommation très réduite, que la consommation est plus rapide chez les Lichens qui transpirent davantage, et plus rapide à la lumière qu'à l'obscurité. Avec des doses plus fortes, les hyphes seules donnent la réaction des nitrates : la consommation est donc plus intense dans les gonidies. Des analyses semblables montrent que les sels d'ammonium sont utilisés par les hyphes et les gonidies, un peu mieux, peut-être, à l'obscurité qu'à la lumière. Par quelles voies l'eau et les sels nourriciers arrivent-ils aux différents éléments du thalle? Salomon en distingue naturellement deux : le substratum et l'atmosphère ; le pouvoir d'imbibition des Lichens varie d'une manière considérable d'une espèce à l'autre : par exemple, un *Collema* peut absorber quinze fois plus d'eau qu'un *Gyrophora*. Les

(12) Salomon H : Uber das Vorkommen und die Aufnahme einiger wichtiger Nährsalze bei den Flechten. *Jahrb. für wiss. Bot.*, t. 54, p. 309-354, 1914).

Lichens terricoles prennent au sol, avec de l'eau, une grande quantité de sels nutritifs ; les Lichens saxicoles, on le sait, exercent une action dissolvante sur les éléments les plus durs des roches ; le substratum fournit donc au Lichen une quantité plus ou moins considérable de sels nutritifs. Les substances minérales sont aussi fournies aux Lichens sous forme de poussières apportées par l'air. L'ammoniaque, contenue dans l'atmosphère parvient au thalle, grâce à l'eau de pluie ; l'eau de lavage des excréments d'oiseaux, peut également lui fournir des combinaisons importantes de phosphore et d'azote. La sensibilité des Lichens aux substances contenues dans l'atmosphère est connue depuis longtemps; les Lichens supportent mal l'air vicié des villes et surtout les fumées des cités industrielles. Le Champignon étant l'intermédiaire obligé entre le milieu extérieur et la gonidie, celle-ci lui doit donc une grande partie de ses substances nutritives et on ne peut voir, dans l'association, un parasitisme pur et simple.

(A suivre)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

WAYNICK AND SHARP. — **Variations in nitrogen and carbon in field soils and their relation to the accuracy of field trials.** (*University of California publications in Agricultural Sciences.* Vol. 4, n° 5, pp. 121-139. Mai 10, 1919).

Les expériences de laboratoire effectuées ensuite en plein champ, même en champs d'expériences sont réalisées dans des conditions tellement différentes que les résultats obtenus paraissent très souvent infirmer les faits les mieux établis. L'interprétation de ces anomalies peut cependant être donnée à la condition de déterminer au préalable l'importance des facteurs qui interviennent. Parmi ceux-ci l'hétérogénéité des terrains semble jouer un rôle de tout premier ordre et cependant l'importance de son action n'a pas été suffisamment déterminée. L'auteur s'est donc proposé d'étudier ces variations de composition du sol au point de vue de la teneur en carbone et azote. Les analyses effectuées sur des lots de terrains prélevés en sol sablonneux et en terrain argileux ont donné des variations de composition telles qu'il n'est guère possible de généraliser les résultats des expériences qui pourraient être faites dans ces conditions.

E. MICHEL-DURAND

R. KIDSTON AND W. A. LANG. — **On Old Red Sandstone plants showing structure from the Rhynie chert bed; Aberdeenshire Part III. *Asteroxylon Mackiei* Kidston and Lang.** (*Transactions of the Royal Society of Edinburgh.* Vol. LII, part. III, p. 643-680; pl. I-XVII. May 1920.)

Dans cet important mémoire, qui constitue la troisième partie de leur étude sur les végétaux à structure conservée de Rhynie, Aberdeenshire (Ecosse), MM. Kidston et Lang donnent les caractéristiques d'un genre nouveau pour la classe des Psilophytales, le genre *Asteroxylon* (1). La plante en question n'a été recueillie que par fragments dans le lit tourbeux silicifié de Rhynie, mais les auteurs ont cependant réussi, par l'analyse minutieuse et l'étude comparée de ces débris, à reconstituer ces *Asteroxylon;* leurs rhizomes, sans poils ni feuilles, se continuent en des axes aériens,

(1) Voir *Rev. gén. de Botanique*, t. XXX, p. 335, 15 oct. 1918 et t. XXXII, p. 271, 15 juin 1920.

à ramification latérale et à division dichotome; ces pousses aériennes, dont l'épaisseur varie de 1 cm. à 1 mm., possèdent un épiderme stomatifère et portent de petites feuilles simples longues de 5 mm., sans nervure dans leur partie libre.

Le trait caractéristique de la structure des axes aériens est la forme de la stèle : une étoile ligneuse centrale, constituée d'éléments à épaississements spiralés et dont le protoxylème est immergé à l'extrémité des rayons, d'où partent les traces foliaires. Le liber, formé de tubes allongés à parois minces, s'étend entre les rayons ligneux et autour de la stèle. Une autre particularité de ces mêmes axes : la présence de larges espaces, séparés par des trabécules, dans la zone moyenne de l'écorce interne. L'écorce externe des tiges et leur épiderme se continuent dans les feuilles ; les traces foliaires se terminent dans l'écorce externe, à la base des feuilles.

Ajoutons que MM. Kidston et Lang considèrent comme probable l'attribution, à *l'Asteroxylon Mackiei,* de petits axes ramifiés, sans feuilles (sporangiophores) et de sporanges piriformes, à déhiscence terminale, contenant une seule sorte de spores.

L'intérêt de ces plantes terrestres, des plus anciennes que l'on connaisse, ne peut échapper à aucun botaniste. Suivant la remarque de MM. Kidston et Lang, la structure de leur rhizome rappelle celle des Psilotacées, la structure des rameaux aériens peut être comparée à celle des tiges de *Lycopodium,* mais le bois et le liber apparaissent comme moins différencié dans les végétaux dévoniens ; enfin certaines Fougères anciennes, parmi les Zygoptéridées (g. *Asterochlæna*, g. *Asteropteris*) possèdent aussi une stèle en étoile. L'organisation générale des *Asteroxylon* et des Psilotacées actuelles est construite sur le même plan ; *l'Asteroxylon Mackiei* dans son ensemble est une plante voisine du *Psilophyton princeps*, telle que Dawson en avait donné la reconstitution.

Le genre nouveau devient le type d'une nouvelle famille de Psilophytales : les Astéroxylacées ; la structure plus complexe, la présence de feuilles, placent les Astéroxylacées au-dessus des Rhyniacées, recueillies à ce même niveau géologique du *Middle Old Red Sandstone*

A. Carpentier

M. Beauvisage. — **Contribution à l'étude anatomique de la famille des Ternstrœmiacées.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Poitiers*. Juillet 1920).

Beauvisage complète un travail publié antérieurement sur les Ternstrœmiacées par la description des nombreux genres qui gravitent autour de cette famille. A côté des Guttifères, Hypéricacées et Dilléniacées, caractérisées par leurs canaux sécréteurs, les Ternstrœmiacées se font remarquer par l'absence de tout organe de sécrétion autre que les cellules

foliaires à mucilage de certaines d'entre elles. On peut les définir par l'abondance des sclérites qui se ramifient dans les parenchymes de tous les organes, y compris même sépales et pétales. L'oxalate de calcium y figure constamment sous forme de mâcles. Ainsi délimitée la famille ne comprend que 17 genres ; encore pourrait-on supprimer le genre *Ternstrœmiopsis* peu distinct des *Eurya* et le genre *Thea* se confondant avec le genre *Camellia*.

Parmi les genres mis à tort dans la famille, *Peutaphylax* devient une Isostémone, *Kielmeyera* et 4 autres des Guttifères, *Actinidia* et 2 autres des Dilléniacées. Des familles nouvelles sont créées : Bonnétiacées, Marcgraviacées, Pellicieracées. Pour mettre de l'ordre dans ce chaos, l'auteur accorde à l'anatomie la prépondérance sur la morphologie florale fort décevante ici. Mais par là ses conclusions étonnent parfois.

RICÔME

CHRONIQUES ET NOUVELLES

L'Association Génétique américaine vient de décerner la médaille Franck N. Meyer à M. Trabut, Professeur à l'Université d'Alger, attaché au Service botanique du Gouvernement général de l'Algérie. Cette médaille rend hommage aux très intéressantes recherches faites par M. Trabut au Jardin de Botanique expérimentale créé par lui à Rouiba, recherches poursuivies depuis vingt-cinq ans.

Il suffit de citer parmi les résultats obtenus par M. Trabut : l'introduction de nouvelles espèces de plantes dans l'Agriculture algérienne, et de l'Afrique du Nord ; la culture de nouveaux fourrages, l'introduction méthodique des *Eucalyptus* ; les expériences sur la transformation de Pommiers et de Poiriers sauvages ; les cultures de l'Alfa ; etc.

Le Professeur a offert l'hospitalité, au Jardin de Rouiba, aux botanistes venus des pays les plus divers et notamment à de nombreux Américains.

* * *

M. René Viguier a été nommé professeur titulaire de Botanique à la Faculté des sciences de l'Université de Caen.

* * *

M. Eberhardt a été désigné pour la chaire de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon.

Nemours. — Imp. Henri Boulay

Le Gérant : Henri Boulay

Carte du Vexin français $\left(\frac{1}{220.000}\right)$

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Ceintures de végétation aquatique au bord de la Seine

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Bras mort de la Seine envahi par Glyceria aquatica

I

II

III

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Tourbières à Hypnacées

LES DIFFÉRENTES FORMES DE LA SYMBIOSE LICHÉNIQUE CHEZ LE *SOLORINA SACCATA* ACH. ET LE *SOLORINA CROCEA* ACH.

par M. et Mme Fernand MOREAU.

Dans un Mémoire antérieur, consacré aux Lichens de la famille des Peltigéracées, nous (1) avons étudié les rapports entre les Algues et les Champignons qui constituent ces végétaux en nous plaçant à un point de vue qui diffère notablement du point de vue classique : nous avons recherché comment la morphologie de chacun des deux composants des complexes lichéniques est affectée par la présence de l'autre et cette étude de biomorphogénèse nous a conduits à une conception nouvelle de la symbiose lichénique. On la croit le plus souvent une symbiose harmonieuse ; nous avons soutenu que cette harmonie n'est qu'apparente et que, loin de réaliser une paix sereine, les complexes lichéniques sont troublés par d'incessants conflits.

A ce point de vue, il est très instructif, pour bien comprendre les rapports qui s'établissent entre l'Algue et le Champignon d'un Lichen, unis dans une symbiose durable, et qui paraît, pour le Champignon, nécessaire, de rechercher comment se comportent les uns vis-à-vis des autres les Champignons et les Algues unis dans les symbioses facultatives, et souvent éphémères, qui constituent les

(1) MOREAU (F. et Mme). Recherches sur les Lichens de la famille des Peltigéracées. (*Ann. Sc. nat., Bot.*, sér. 10, T. 1, 1919).

céphalodies. On sait qu'on désigne ainsi le résultat de l'union des filaments d'un Lichen avec une Algue différente de celle qui entre dans la constitution de sa couche gonidiale. Alors que le thalle des Lichens ordinaires nous offre en général le tableau uniforme d'un état d'équilibre entre deux adversaires depuis longtemps aux prises et dont aucun n'emporte plus sur l'autre d'avantages marqués, l'étude des céphalodies va nous révéler les aspects variés que peut revêtir l'antagonisme de deux organismes jusque là étrangers l'un à l'autre.

Parfois l'agent infectieux, l'Algue étrangère au Lichen et accidentellement mise en rapport avec lui, détermine une réaction défensive immédiate qui circonscrit son domaine et limite ses progrès : ce sera le cas des *céphalodies externes du Solorina saccata* Ach. (1).

Parfois l'Algue est acceptée dans les tissus du Champignon, mais non sans lutte, comme l'attestent les Algues mortes qu'on y trouve fréquemment ; les colonies qu'elle forme au sein du Lichen ne dépassent pas certaines dimensions : ce sera le cas des *céphalodies internes du Solorina saccata*.

Ailleurs, l'Algue reçue dans l'intimité du Lichen y atteint un développement plus grand ; en dépit de la lutte que lui livre le Champignon, et dont les colonies étendues d'Algues mortes portent le témoignage, l'Algue forme sous la couche gonidiale ordinaire du Lichen une seconde couche gonidiale, que certains lichénographes, en raison de sa constance et de son développement, ont considérée comme de dignité égale à la première : les *céphalodies internes du Solorina crocea* Ach. (2) nous présenteront ce dernier cas.

Ces céphalodies qui constituent une véritable couche gonidiale comparable à la couche gonidiale normale nous conduisent au cas réalisé par le thalle ordinaire des Lichens.

A. Les céphalodies externes du *Solorina saccata*.

Lorsqu'une Algue étrangère au *Solorina saccata* arrive au contact de la face inférieure de ce Lichen, en général sa présence ne donne

(1) Nos échantillons de *Solorina saccata* ont été récoltés dans la forêt de Fontainebleau.

(2) M. le Professeur Wilczek, de Lausanne, a bien voulu nous envoyer des échantillons du *Solorina crocea* qu'il a recueillis pour nous sur le Gornergrat (Zermatt-Suisse) ; nous le remercions vivement de son obligeance.

lieu à rien de spécial ; mais s'il s'agit d'une Algue convenable (une Cyanophycée voisine d'un *Nostoc*, sans que nous sachions préciser davantage) les filaments du Lichen (qui, peut-être, doivent se trouver aussi dans un état favorable de réceptivité) réagissent à la présence de l'Algue et forment avec elle une céphalodie.

Dans certains cas une réaction immédiate, violente, se produit ; elle donne naissance à une sorte de tubercule qui fait saillie sous le thalle du Lichen, à une céphalodie externe (Pl. 33, fig. I).

Nous avons déjà décrit et figuré les caractères de son développement et de sa structure. La présence de l'Algue éveille l'activité des hyphes qui sont au voisinage (*loc. cit.*, pl. XI, fig. 3) ; les hyphes entourent bientôt les algues et, les deux végétaux multipliant leurs éléments, il se produit un massif dense, assez gros pour devenir visible à l'œil nu : c'est une masse arrondie, parfois un peu allongée parallèlement au thalle du *Solorina*, bordée par une couche continue d'hyphes qui lui forment une enveloppe. Celle-ci, plus épaisse à la face inférieure qu'à la face supérieure, est constituée en bas par des cellules isodiamétriques, arrondies, assez grandes, en haut par des cellules allongées, plus étroites que les précédentes ; le tout forme autour de la céphalodie un plectenchyme dont les caractères sont surtout accusés dans la moitié inférieure de la céphalodie (*loc. cit.*, pl. XI, fig. 1). A l'intérieur de cette enveloppe plectenchymateuse sont des algues entremêlées de cellules fongiques.

On trouve parfois dans la céphalodie une partie plus ou moins considérable des Algues qui sont mortes ou dégénérées ; d'autres, auprès d'elles, ayant conservé les caractères ordinaires des Algues Cyanophycées, permettent de constater que la structure observée chez les premières n'est pas le fait d'une technique défectueuse.

Des céphalodies externes peuvent se former aussi à la face supérieure du thalle, leur structure est celle des précédentes.

Sous l'une ou l'autre de ces formes, la céphalodie externe du *Solorina saccata* se présente avec un caractère pathologique évident : l'Algue a provoqué la prolifération des cellules du Champignon, a déterminé la formation de tissus nouveaux, comme une bactérie amène la déformation de l'organe qu'elle parasite, comme un agent cécidogène cause la production d'une galle. Les céphalodies externes du *Solorina saccata* sont comparables à des galles, ce sont des algocécidies. On peut dire aussi que ce sont des Lichens nouveaux qui se

sont formés, mais ce sont des Lichens dont l'évolution, est, autant qu'on sache, limitée : ils ne dépassent pas la taille de quelques centaines de μ.

B. Les céphalodies internes du *Solorina saccata*.

Dans bien des cas, c'est par une réaction différente des précédentes que le Champignon répond à la provocation de l'Algue ; au lieu d'enfermer cette dernière dans une enveloppe qui limite son développement, il la reçoit dans son intimité. L'Algue parvenue à la face inférieure du Lichen est, passivement, entraînée par les hyphes dont elle provoque la croissance et pénètre dans la médulle ; il se fait alors, au sein du Lichen, un complexe où ses hyphes s'unissent aux Algues nouvellement venues ; c'est une céphalodie interne (Pl. 33, fig. II).

La céphalodie interne occupe dans la médulle une place variable, elle peut s'élever jusqu'au contact de la couche gonidiale ; les Algues de cette dernière peuvent se raréfier et disparaître au voisinage de la céphalodie qui, dans ce dernier cas, arrive au contact du cortex.

C'est une masse plus ou moins arrondie, plus ou moins allongée parallèlement à la surface du thalle. Les hyphes qui entrent dans sa constitution présentent des caractères variés. Ordinairement, ce sont des hyphes plus ou moins serrés, aux cellules allongées, étroites, formant avec les Algues un complexe dont la périphérie n'est pas toujours nettement délimitée. Parfois, les cellules étroites font place à des cellules isodiamétriques, à contenu pauvre, pressées les unes contre les autres, au caractère paraplectenchymateux.

Il y a tous les passages entre les deux cas ; il y a des intermédiaires aussi entre les céphalodies internes et les céphalodies externes hypothallines : il arrive qu'une céphalodie présente dans sa partie inférieure, saillante à la face inférieure du lichen, les caractères d'une céphalodie externe, avec une couche plectenchymateuse bien développée, alors que sa partie supérieure a les caractères d'une céphalodie interne aux contours indécis (Pl. 33, fig. III). Céphalodies hypothallines, céphalodies internes des divers types constituent donc une seule et même formation.

Toutefois, la réaction plectenchymateuse, précoce dans le cas des céphalodies externes, et qui retient l'Algue aux confins du Lichen,

manque souvent ou n'apparaît que tardivement dans le cas des céphalodies internes. Aussi la céphalodie interne réalise-t-elle, en général, un cas de symbiose plus étendue que la céphalodie externe. Cependant, même en l'absence de formation de plectenchyme, la céphalodie interne du *Solorina saccata* ne s'étend pas au-delà de certaines dimensions et n'envahit que des territoires restreints de la médulle du Lichen.

D'ailleurs sa croissance est parfois limitée par la dégénérescence et la mort qui, comme les céphalodies hypothallines, frappent une partie plus ou moins grande des Algues.

C. Les céphalodies du *Solorina crocea*.

Dans cette espèce les céphalodies revêtent toujours le caractère immergé, les Algues sont largement tolérées par le Champignon et prennent dans la médulle un développement en général inconnu dans l'espèce précédente ; de plus leur existence s'est montrée constante dans tous les thalles de *Solorina crocea* où on les a cherchées. Ces caractères ont valu au *Solorina crocea* une attention particulière de la part des lichénographes. Hue (1) le décrit comme pourvu de deux couches gonidiales, une couche d'Algues vertes et une couche d'Algues Cyanophycées située sous la première ; cette double couche gonidiale vaut au *Solorina crocea* d'être le type d'une section du genre *Solorina*, celle des *Pleurothea* (2) réunissant les caractères des *Eu-Solorina* aux Algues Chlorophycées et des *Solorinina* aux Algues Cyanophycées. Pour Hue la couche d'Algues Cyanophycées des *Solorina crocea* n'est en rien comparable aux céphalodies des autres *Solorina*. L'étude que nous avons faite de son développement et de sa structure ne nous permet pas de partager cette opinion.

C'est au bord du thalle que nous avons vu se faire chez le *Solorina crocea* la pénétration des Algues Cyanophycées. Elles ne provoquent dès l'abord aucune réaction morphologique notable des hyphes du Champignon. Ce n'est que lorsqu'elles se trouvent à quelque distance du bord, donc en situation submarginale, que les

(1) A. Hue. Sur la variation des gonidies dans le genre *Solorina* Ach. (*C. R. Ac. Sc.*, 25 juillet 1910).

(2) A. Hue. *Monographia generis Solorinæ* Ach., p. 5, Cherbourg, Le Maout, 1911.

hyphes qui les avoisinent prennent des caractères particuliers : ils se pressent contre elles, les enserrent, constituent avec elles des sortes de glomérules, situés quelque peu au-dessous de la couche gonidiale. Chacun d'eux constitue une céphalodie (Pl. 33, fig. IV).

Plus tard, les hyphes enserrent moins étroitement les colonies d'Algues, les glomérules acquièrent tous les caractères des céphalodies immergées du *Solorina saccata*. Il s'agit bien des mêmes formations. Toutefois, au lieu de s'accroître en épaisseur et de former à l'intérieur de la médulle de gros massifs globuleux, comme cela a lieu le plus souvent chez le *Solorina saccata*, les céphadolies du *Solorina crocea* s'étalent au-dessous de la couche gonidiale et n'envahissent jamais toute l'épaisseur de la médulle (Pl. 33, fig. V).

Comme chez le *Solorina saccata*, il arrive que les gonidies disparaissent au-dessus des céphalodies et que celles-ci se trouvent directement au-dessous du cortex.

L'ensemble des céphalodies du *Solorina crocea* forme la seconde couche gonidiale décrite par Hûe. Les Algues n'y font pas une couche ininterrompue comme l'indique cet auteur, mais elles constituent des groupes de colonies d'Algues, isolés, parfois assez éloignés les uns des autres, et dont chacun correspond à une céphalodie entièrement comparable aux céphalodies immergées du *Solorina saccata*.

Comme dans cette dernière espèce, les céphalodies du *Solorina crocea* nous ont offert des phénomènes de dégénérescence et de mort des Algues (Pl. 33, fig. VI, à droite) ; nous les avons vu atteindre toutes les Algues d'une même céphalodie.

D. Le thalle ordinaire des Lichens.

Les céphalodies externes du *Solorina saccata*, les céphalodies internes, de croissance limitée du même, les céphalodies internes à aire étendue du *Solorina crocea* réalisent trois types de complexes algo-fongiques caractérisés par une tolérance de plus en plus grande des deux organismes qui les forment. Chez les premières, l'antagonisme de l'Algue et du Champignon se manifeste d'une manière évidente par des réactions morphologiques immédiates, la formation de tissus parenchymateux, qui entourent les Algues et limitent leur développement. Dans les céphalodies semi-immergées du *Solorina*

saccata, les réactions plectenchymateuses, ne se faisant que sur l'une des faces de la céphalodie, permettent l'extension de cette dernière du côté opposé. Dans les céphalodies internes, l'Algue, reçue dans l'intimité des tissus du Lichen, s'y développe, peu il est vrai chez le *Solorina saccata*, mais beaucoup chez le *Solorina crocea* ; la limitation de ses progrès et parfois la mort de l'Algue attestent qu'ici cependant la tolérance du Champignon n'est pas totale.

Avec le thalle ordinaire d'un Lichen nous franchissons un degré de plus dans la série précédente.

Les mêmes phénomènes s'y retrouvent : ainsi que nous l'avons montré chez le *Peltigera horizontalis*, le *Peltigera rufescens* et chez le *Peltidea aphthosa* l'Algue est capable de provoquer chez le Champignon la formation de tissus plectenchymateux ; c'est à elle qu'est due la production du cortex. Mais dans le thalle normal, comme dans les céphalodies semi-immergées de *Solorina saccata*, ce plectenchyme n'enveloppe pas les Algues qui peuvent, par suite, prendre une extension considérable.

Celle-ci est comparable à celle que prennent, parmi les céphalodies, les algues du *Solorina crocea*. Or, même dans ce cas, le plus favorable au développement de l'Algue, nous avons vu cette dernière présenter, dans des régions étendues, des phénomènes de dégénérescence et mourir. De tels phénomènes ont lieu aussi dans le thalle ordinaire des Lichens ; nous n'en avons pas rencontré chez les *Solorina*, mais ils nous sont familiers chez d'autres Lichens, en particulier chez le *Lobarina scrobiculata* Nyl. Aucune différence essentielle ne sépare donc des céphalodies étendues de *Solorina crocea* les complexes que forment les thalles ordinaires des Lichens.

Tous les passages se trouvent donc entre la formation des céphalodies externes du *Solorina saccata* qui revêt les caractères d'un phénomène pathologique, d'une évidente biomorphose, et le thalle ordinaire d'un Lichen, considéré habituellement comme le type de la symbiose la plus parfaite. L'étude de la série que nous venons de parcourir confirme le caractère pathologique que nous (1) avons attribué à la symbiose lichénique.

(1) Moreau (F. et Mme). *Loc. cit.*
Moreau (F.). Les différents aspects de la symbiose lichénique chez le *Ricasolia herbacea* DN. et le *Ricasolia amplissima* Leight. (*C. R. Ac. Sc.*, T. 170, p. 1401, 1920).

SUR

LES CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES DES CORYNÉBACTÉRIES

(BACILLES DIPHTÉRIQUES ET PSEUDO-DIPHTÉRIQUES)

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET COMPARÉE

par MM. F. ARLOING et G. RICHARD

Les recherches expérimentales que nous avons entreprises sur certaines Corynébactéries (bacilles du groupe diphtérique) nous ont fourni un nouvel exemple très démonstratif du polymorphisme microbien en général et de la malléabilité cytologique de ces Bactéries en particulier (1) dont les variations du pouvoir pathogène avaient été mises en lumière par Lesieur (2) en 1901. Ses travaux et les nôtres viennent appuyer la doctrine biologique de la variabilité des espèces microbiennes professée à Lyon par Chauveau et S. Arloing.

Nos recherches nous ont également conduits à examiner certains problèmes de cytologie bactérienne qui avaient déjà retenu notre attention.

Nous examinerons donc dans ce mémoire :

(1) G. Richard. Recherches cytologiques expérimentales sur les corynébactéries. Etudes sur les corpuscules métachromatiques. Thèse de médecine. Lyon. Juin 1920.

(2) Ch. Lesieur. Les bacilles pseudo-diphtériques. Thèse de médecine. Lyon, 1901.

1° Les conditions favorisant l'apparition des corpuscules métachromatiques chez les Bacilles pseudo-diphtériques ;

2° Les caractéristiques métachromatiques et la coloration vitale des Corynébactéries.

3° L'analogie ou l'identité de ces corpuscules avec certaines formations cytoplasmiques des Levures et des Champignons inférieurs;

4° Les conséquences à tirer de ce caractère cytologique et des caractères morphologiques au point de vue de la classification des Corynébactéries diphtériques parmi les Bactériacées ou les Champignons inférieurs.

I

Apparition de corpuscules polaires chez *Corynebacterium pseudo-diphteriticum* ; conditions expérimentales de leur développement.

On différencie, en bactériologie pratique, les trois espèces de Bacilles diphtériques ou pseudo-diphtériques par la présence de granulations polaires métachromatiques dans le Bacille diphtérique vrai (*Corynebacterium diphteriæ* Loeffler) et le Bacille pseudo-diphtérique banal de la peau (*Corynebacterium Xerosis* Neisser ou *Bacillus cutis communis* Ch. Nicolle) et par l'absence de ces corpuscules chez le Bacille pseudo-diphtérique vrai (*Corynebacterium pseudo-diphteriticum* Hoffmann).

Outre ces caractères morphologiques, *Corynebacterium diphteriæ* est aéro-anaérobie, pathogène et fait fermenter les sucres, sauf le saccharose et la mannite, alors que tous les sucres sont attaqués par *Corynebacterium Xerosis*, non pathogène et surtout aérobie. Enfin *Corynebacterium pseudo-diphteriticum* est aérobie, sans action sur les sucres et non pathogène (Lesieur, L. Martin et Loiseau, Costa, Troisier et Dauvergne, etc.). Nous aurons à utiliser ces notions.

* * *

1° Dans nos essais de *cytologie expérimentale*, nous avons tenté de faire apparaître des granulations polaires chez les Bacilles pseudo-diphtériques vrais, type Hoffmann, et de leur conférer ainsi

un caractère considéré comme un apanage presque exclusif de l'espèce voisine Bacille diphtérique vrai, type Löffler.

Nos expériences ont utilisé *trois souches de Corynebacterium pseudo-diphteriticum* isolées de la gorge et des fosses nasales de porteurs de germes sains ou convalescents, sur lesquelles nous avons fait agir *divers facteurs physiques, biologiques et chimiques.*

A. *Facteurs physiques.* — Les Bacilles sont restés non granuleux dans des cultures en séries faites sous des *pressions de 1 à 3 atmosphères* ou se développant à l'air libre à des *températures* progressivement croissantes de + 38° à + 40°.

B. *Facteurs biologiques.* — La *culture* en bouillon ordinaire *in vivo* dans des *sacs de collodion* inclus dans le péritoine du lapin et laissés en place pendant huit jours, n'a pas conféré le type granuleux au Bacille pseudo-diphtérique vrai.

Les granulations n'ont apparu *in vivo* que dans les cultures faites avec les milieux spéciaux indiqués plus loin.

L'*ensemencement simultané*, sur le même tube de milieu Costa-glucosé, de deux souches de pseudo-diphtériques non granuleux a donné à 37° des individus granuleux ou avec aspect zébré du protoplasma.

C. *Facteurs chimiques.* — Les variations de la composition chimique des milieux nutritifs liquides ou solides ont donné les résultats suivants :

a) *Milieux liquides :* Les bouillons achlorurés, hyperchlorurés (de 8 à 11 ‰ de NaCl), le bouillon-poisson de mer, le bouillon-de veau n'ont pas donné de formes granuleuses.

Les cultures en bouillons phosphatés (phosphate de potasse) lécithinés à 3 %, présentent des formes granuleuses.

b) *Milieux solides :* Le sérum de cobaye coagulé, le milieu Costa-lécithiné à 3 % ou additionné de nucléo-protéides d'origine végétale (extrait total de levure de bière) permettent la formation en abondance de granulations polaires chez les Bacilles pseudo-diphtériques.

Les Bacilles pseudo-diphtériques (*Corynebacterium pseudo-diphteriticum*) sont capables d'acquérir dans les cultures, après addition au milieu nutritif de produits phosphatés, des granulations polaires.

* * *

2° Nous avons recherché au point de vue de la *cytologie fonctionnelle* les rapports pouvant exister chez les souches de *Corynebacterium pseudo-diphteriticum* transformées par nous, entre la présence des corpuscules métachromatiques et les propriétés biologiques de ces microbes. Nous conclurons ainsi :

a) Le *pouvoir fermentatif sur les sucres* est indépendant de la présence des granulations ; les Bacilles diphtériques vrais granuleux agissent sur les sucres qui restent indifférents en face des Bacilles pseudo-diphtériques granuleux.

b) Les *formes végétatives en surface* (voile) sont toujours plus richement granuleuses en milieux liquides favorables que les Bacilles qui végètent dans la profondeur *(dépôt)*.

c) Les formes granuleuses des Bacilles pseudo-diphtériques vrais ne sont pas douées de ce fait d'une *action pathogène* sur le cobaye.

d) Les Bacilles granuleux n'offrent *pas une résistance plus marquée* aux *actions modificatrices* chimiques (chloroforme), physiques (température) ou biologiques (antisérums) que les Bacilles non granuleux.

e) Toutefois l'*action des antisérums bactériolytiques* se manifeste plus rapidement et plus complètement sur le cytoplasme de la cellule microbienne que sur les granulations qui résistent plus longtemps à leurs effets, ainsi qu'à la *phagocytose*.

Ces dernières observations ont été faites seulement sur *Corynebacterium diphteriæ*. Nous y reviendrons dans notre étude de la métachromasie.

On peut donc, dans certaines conditions expérimentales, *faire apparaître des granulations* chez *Corynebacterium pseudo-diphteriticum* qui en est normalement dépourvu. A ce *stade polymorphique*, son aspect peut être confondu avec celui de *Corynebacterium diphteriæ*.

II

Coloration vitale des corpuscules métachromatiques chez les Corynébactéries.

Les corpuscules métachromatiques contenus normalement dans le cytoplasme des Corynébactéries sont susceptibles de se colorer à

l'état vital. Il en est de même pour les granulations acquises expérimentalement.

Conditions d'observation

Pour mettre en évidence la métachromasie de ces éléments, nous nous sommes servis du Bleu de Nil : par suite d'un phénomène chimique ou physique, la substance des granulations, au contact de ce colorant, se teint électivement en rouge.

a) *Conditions de tonicité relative.* — Toutefois ces colorations à l'état vital sont assez délicates à réussir avec les Corynébactéries, et comme le phénomène est en relation directe avec les propriétés osmotiques de la membrane microbienne, il convient de régler les conditions de tonicité relative de la solution colorante avec le liquide tenant en suspension les Corynébactéries.

En effet si la solution est hypertonique, la coloration est trop rapide et, partant, elle n'est plus élective, car la membrane prenant intensément le bleu masque la teinte rouge des granulations.

Dans le cas contraire d'hypotonicité, la coloration est trop longue à apparaître ; cependant au bout d'un certain temps, on voit les corpuscules métachromatiques d'abord petits, grossir bientôt et se gonfler ; on observe un phénomène semblable dans les vacuoles des levures et de certains filaments mycéliens (1), ce qui amènerait à penser que la substance des granulations des Corynébactéries serait à l'état semi-liquide dans le cytoplasme microbien.

Il est donc préférable d'employer pour la coloration un liquide en équilibre isotonique, les Corynébactéries paraissent particulièrement sensibles à ces conditions physiques, alors que d'autres microorganismes, comme les Levures, semblent y être indifférents.

b) *Innocuité de l'eau employée.* — On peut aussi penser que les propriétés chimiques de l'eau distillée ne sont pas à négliger. La distillation dans des appareils de cuivre laisse parfois des traces métalliques infinitésimales, seulement décelables par des agents

(1) Dangeard. La métachromatine chez les Mucorinées. (*Bull. Soc. mycol. de France.* T. XXXII. 1916).

Guilliermond. Sur la métachromatine des Champignons. (*C.-R. Soc. Biolog.* 6 mars 1920).

biologiques. D'autre part, on observe que les Bactéries mises en suspension dans l'eau de condensation exsudée au fond des tubes de cultures au sérum, ne sont nullement altérées et se colorent beaucoup plus aisément à l'état vital.

c) *Innocuité du colorant.* — Le Bleu de Nil utilisé par nous ne semble pas une substance chimique nocive, car les réensemencements, faits avec les Corynébactéries restées en contact cinq heures avec une solution de ce sel colorant et présentant des granulations colorées, ont été tous positifs. Le pouvoir végétatif de ces microbes n'avait donc pas été atteint.

III

Description des principaux types de corpuscules métachromatiques chez les Corynébactéries.

Les corpuscules métachromatiques des Corynébactéries diphtériques colorés à l'état vivant sont semblables comme forme et situation aux granulations mises en évidence sur frottis.

Ils se présentent le plus ordinairement comme des masses ovalaires ou rondes placées aux extrémités du corps microbien (granulations polaires). On en trouve souvent au milieu du cytoplasme où ces granulations forment comme une théorie de points (fig. 1).

La disposition des Corynébactéries en V ouvert est très fréquente. Deux individus paraissent réunis, ou tout au moins en contact par un pôle contenant un petit corpuscule métachromatique très réfringent : les extrémités libres, parfois élargies, sont remplies par une masse ovalaire métachromatique, de nuance plus foncée et d'aspect globuleux ; d'autres granulations peuvent encore être discernées dans le cytoplasme où elles restent alignées (fig. 2).

Il nous a été possible d'assister à une véritable fusion entre des corps métachromatiques comme si leur substance était à l'état semi-fluide : la masse résultant de cette fusion change habituellement de nuance et apparaît plus grosse que chacun des constituants : ainsi, nous avons vu des corps métachromatiques discoïdes teintés en rouge, se joindre progressivement et confluer à un pôle en une masse dont la nuance virait au mauve, puis au bleu (fig. 3).

Il est exceptionnel de rencontrer chez les Corynébactéries des corpuscules métachromatiques animés de mouvements browniens,

comme c'est le cas dans les vacuoles des Levures par exemple. Cependant le fait a pu être observé dans les extrémités élargies en spatule de certaines formes géantes de *Corynebacterium Xerosis*. Ces formes dites d'involution sont les plus commodes pour les observations cytologiques en raison de leurs grandes dimensions 1 μ de diamètre, 5 à 10 μ de longueur (fig. 4, 5, 6, 7).

Les renflements intermédiaires et surtout les crosses terminales peuvent contenir une ou deux granulations douées de mouvements

Fig. 1. — *Coryneb. diphteriæ*. Les corpuscules métachromatiques sont bipolaires : on en trouve alignés dans le cytoplasme.

Fig. 2. — *Bac. cutis communis*. Disposition fréquente en V.

Fig. 3. — id. Les trois corpuscules métachromatiques inférieurs se fusionnent en un seul.

Fig. 4, 5, 6, 7. — *Corynebacterium Xerosis* et *Corynebacterium diphteriæ*. Formes dites d'involution.

En 5 : masse métachromatique paraissant isolée à l'extrémité par une cloison.

En 6 et 5 : corps métachromatique libre parfois animé de mouvements browniens ; on remarque accolée contre la paroi une masse métachromatique.

browniens (fig. 7). Chez certains individus, on observe une masse accolée contre la paroi (fig. 6 et 7), enfin chez d'autres, l'extrémité élargie est remplie tout entière par un corps métachromatique à teinte rouge diffuse (fig. 5 et 6).

Ces faits sont à rapprocher des formations vacuolaires des Levures et des filaments mycéliens dans lesquels on peut voir d'abord grossir et se fusionner les corps métachromatiques, puis s'immobiliser contre la paroi de la vacuole (1).

Remarquons enfin qu'il suffit d'un repiquage ou d'un passage à l'animal pour déterminer le retour aux formes classiques bacté-

(1) Guilliermond. Sur la métachromatine des Champignons. *Loc. cit.*
Guilliermond. B. Inst. Past. 1906, p. 197.

riennes : mais alors les éléments microbiens, en devenant plus courts et plus nombreux, perdent leur richesse en granulations métachromatiques.

Si l'on considère que « la volutine ou substance de ces corps métachromatiques convient très bien en raison de sa nature chimique complexe comme matière de réserve » on est amené à penser que cette multiplication rapide a causé la disparition, l'absorption de cette substance.

Les granulations des Corynébactéries peuvent être assimilées aux corps métachromatiques rencontrés et etudiés chez d'autres microorganismes comme les Champignons, les Algues, les Protozoaires.

La substance de ces granulations est conservée et stabilisée par les fixateurs, en particulier par le formol.

Elle fixe énergiquement les colorants vitaux en donnant une teinte métachromatique et paraît alors former une combinaison insoluble. Cependant certains corps paraissent les faire disparaître, tels sont les sérums antagonistes (sérum bactériolytique et antitoxique) et les hypochlorites.

Van Herwerden (1) avait noté la solution des corps métachromatiques dans la soude diluée et A. Meyer (2) a signalé l'eau de Javel comme dissolvant la volutine des granulations de *B. alvei*.

La signification biologique et la genèse des granulations des Corynébactéries sont aussi comparables à celles des corpuscules métachromatiques d'autres microorganismes.

Par exemple, nous avons vu apparaître des corps métachromatiques chez certaines Corynébactéries non granuleuses en ajoutant au milieu de culture des nucléo-proteides.

Inversement c'est en faisant végéter une Algue (*Hematococcus pluvialis*) sur des milieux dépourvus de phosphore que Reichenow a pu provoquer la disparition des corps métachromatiques de ce végétal (3).

Van Herwerden démontre que la présence des corpuscules métachromatiques chez *Ustilago Maydis*, *Torula monosa* est liée à la

(1) Van Herwerden. Sur la volutine et sa nature chimique. (*Folia microbiol.*, 1919. T. V, f. 1.)

(2) A. Meyer. *Botanische Zeitung*. 1904, p. 118.

(3) Reichenow. Arbeiten aus dem K. Gesundsheitsamte, 1909.

présence dans le milieu de culture d'un composé phosphoré minéral ou organique.

On peut noter aussi que les corps métachromatiques de *B. alvei* augmentent de nombre sur les milieux riches en phosphore et l'on sait que chez ce microbe les corpuscules métachomatiques sont utilisés pour la formation des spores.

On est conduit ainsi à penser que la richesse des Corynébactéries en granulations métachromatiques est une condition favorable à leur multiplication intense, et, par suite, à leur dissémination rapide.

IV

Remarques sur le polymorphisme des Corynébactéries.

Soumises à certaines conditions expérimentales, les Corynébactéries montrent donc un polymorphisme remarquable.

Il semble intéressant d'en signaler plusieurs cas.

On rencontre les éléments claviformes et les aspects mycéliens chez les colonies de *C. diphteriæ* végétant sur sérum de cheval gélifié additionné de saccharose (2). Au bout de 5 à 6 jours, on remarque des types très polymorphes, des formes en raquettes, en battants de cloche, des masses rondes s'articulant avec des filaments ramifiés et pourvues d'appendices plus ou moins longs et frêles, des éléments contournés et paraissant rubannés.

Il n'est pas rare qu'une culture végétant en dépôt au fond d'un ballon de bouillon donne brusquement un voile « aranéeux » de surface dont les individus sont élargis en crosses aux extrémités et ramifiés de manière élégante : l'aspect général de la préparation rappelle celui d'un mycélium fragmenté.

Une autre espèce (*C. Xerosis*) qui, normalement, est de taille courte, trapue, peut produire en voile des individus en forme de spatules bourrées de corpuscules métachromatiques linéaires donnant un aspect rayé, désigné sous le nom de « striation zébrée ». Là surtout s'accentue la disposition tendant au type rayonnant, disposition rappelant celle du genre *Actinomyces*.

Ces voiles repiqués sur milieu de culture semblable donnent

(2) Ce sucre n'est pas attaqué par l'espèce *C. diphteriæ* (type Loeffler) comme en témoigne le tournesol ajouté à la composition de ce milieu de culture (Costa).

tantôt des formes normales, tantôt les formes précédentes, tantôt les deux types. Cependant les propriétés biologiques (pouvoir fermentatif et pouvoir pathogène) restent constantes malgré les variations polymorphiques, et le passage à l'animal, soit par inoculation, soit par inclusion péritonéale, détermine toujours le retour aux formes classiques ; suivant la pittoresque expression de van Tieghem, il semble que le végétal « s'émiette et se pulvérise » en un nombre infini d'individus plus petits.

Le polymorphisme des Corynébactéries provoqué par des conditions expérimentales témoigne d'un effort d'adaptation à des exigences vitales imposées par le milieu extérieur. De ces observations semblent découler des considérations d'ordre taxinomique

Ces variations bactériennes pourraient être envisagées comme des mouvements d'oscillation, de part et d'autre, d'une position moyenne (1) forme d'équilibre ou type normal et ces oscillations sont aussi susceptibles de nous déceler jusqu'à un certain point les affinités les plus voisines des Corynébactéries.

Certaines conditions de cultures ont le pouvoir « de déterminer la dissociation des caractères spécifiques » (2). Ainsi, il est possible de voir une végétation bactérienne d'individus courts prendre un aspect mycélien ou une disposition rayonnante (type *Actinomyces*).

On conçoit donc la manière de voir des auteurs qui rend indécise la place des Corynébactéries parmi les Bactériacées.

Lehmann et Neumann les rangent résolument à côté du genre *Actinomyces* et du genre *Mycobacterium* (C de Koch) pour en faire un groupe d'Hyphomycètes (3) : « mais il est certain, ajoutent-ils, que le genre *Corynebacterium* se rapproche beaucoup plus des Bactéries que le genre *Actinomyces* » et il nous semble que c'est précisément cette position intermédiaire qui rend plus intéressant encore le polymorphisme de ce groupe.

Le Professeur Vuillemin fait sortir du « groupe empirique des Bactériacées » les Corynébactéries pour les classer parmi les Hyphomycètes microsiphonées.

(1) Giard. *Revue scientifique* 1905, cité par Blaringhem.

(2) Blaringhem. Transformations brusques des êtres vivants, p. 3-317.

(3) Lehmann et Neumann. Manuel de Bactériologie, trad. Dr Chilibert, p. 146, Baillière 1913 et p. 521.

« *Corynebacterium* et *Mycobacterium* ont des affinités incontestables avec les *Nocardia* et des caractères de Champignons qui manquent à la plupart des êtres disparates confondus sous le nom de Echynophytes (1). »

Ainsi l'étude cytologique et morphologique des Corynébactéries semble montrer qu'il est possible de « dissocier » et de faire ressortir des caractères phylogénétiques importants à plus d'un titre ; « non parce que les Bactéries en général sont des Champignons, mais parce que certains Champignons ont été confondus avec la masse des Bactéries d'affinités inconnues. »

(1) Dr Paul Vuillemin. Les champignons : essai de classification. O. Paris 1912, p. 234-236.

RECHERCHES

SUR LES

MARCHANTIÉES

par M. Robert DOUIN

(suite)

4° *Appareils mâles et appareils femelles pédonculés.* — Pour tous les auteurs, les appareils mâles et femelles à pédoncule sillonné sont la suite directe du thalle. Ce n'est pas exact : le pédoncule des appareils mâles et femelles est bien la suite directe d'un thalle, mais du petit thalle basilaire qui le précède et nullement du thalle stérile. Dans une note à l'Académie des Sciences (1), j'ai exposé le résultat de mes recherches pendant les années 1913 et 1914. J'ai alors indiqué d'après leur développement deux sortes de capitules : les capitules à pédoncule non sillonné dont le point végétatif naissait immédiatement au-dessus de celui du thalle, et les capitules à pédoncule sillonné provenant du même point végétatif que le thalle stérile. De nouvelles recherches m'ont convaincu que ces conclusions devaient être rectifiées et précisées. En effet, le pédoncule des appareils mâles et des appareils femelles des Marchantiées sillonnées n'est qu'apparemment la continuation du thalle, car le *point végé-*

(1) Douin R. Sur le développement de l'appareil fructifère des Marchantiées *(Comptes-rendus des séances de l'Ac. des Sc.*, T. 158, p. 1435, 1914).

tatif de ce dernier ne donne jamais d'appareil florifère mâle ou femelle. Le fait est de toute évidence pour les appareils à pédoncule non sillonné, puisque le thalle continue à s'accroître au-delà (*Lunularia* excepté) ; pour les appareils à pédoncule sillonné, cela résulte indiscutablement des observations suivantes :

a) On serait très embarrassé pour expliquer comment, à un certain moment, l'initiale du thalle stérile viendrait à se cloisonner différemment et à donner, au lieu du thalle, un appareil mâle ou femelle. Ce serait là une chose tout à fait incompréhensible et il n'est pas douteux qu'une initiale organisée pour donner le thalle stérile ne peut pas donner autre chose.

b) L'étude des modes de protection des capitules jeunes, qui sera traitée plus loin, fournit une première preuve de l'origine spéciale des appareils à pédoncule sillonné. On voit, en effet, que l'appareil mâle ou femelle du *Fegatella* se développe sous le thalle stérile qui a continué à s'allonger au-dessus de lui. Dans le *Marchantia polymorpha* et le *Lunularia*, on voit encore le thalle s'allonger au-dessus de l'appareil mâle ou femelle pour le protéger. Par suite, il est absolument impossible à l'initiale du thalle de donner à la fois le thalle stérile en dessus et l'appareil en dessous : pour qu'il en fût ainsi, il faudrait admettre une bifurcation à branches superposées, ce qui est tout à fait invraisemblable.

c) J'ai expliqué, dans le chapitre I, en quoi consiste la bifurcation contrariée qui est habituelle dans les genres *Sauteria*, *Peltolepis* et *Exormotheca* (Douin et Trabut emend.), qu'on rencontre assez fréquemment dans les *Reboulia* et *Marchantia* et qui me paraît très rare dans les autres genres. Ici, la cellule initiale du thalle stérile se divisant pour former les deux branches de la bifurcation entre lesquelles se développe le jeune appareil femelle, il est absolument impossible que ce dernier soit donné aussi par l'initiale du thalle stérile.

Il faudrait pour cela que cette initiale se divise en trois, ce qui est sûrement faux, attendu que l'appareil femelle naît au-dessous et assez loin des deux branches de la bifurcation. Les photographies I et II de la planche 18 appartiennent à la même série de coupes et montrent dans le *Marchantia* un jeune appareil femelle qui est né en dessous d'une bifurcation contrariée. Si l'on voulait adopter les vues des auteurs, il faudrait admettre, dans un même genre, l'existence de deux types d'appareils femelles : ceux qui naissent entre les branches d'une bifurcation contrariée et qui seraient dus à un point végétatif spécial : et ceux qui sont à l'extrémité d'un thalle et seraient la suite directe de ce thalle. Or, il serait tout à fait invraisemblable d'admettre une telle convergence : deux appareils identiques et à organisation très complexe ayant deux origines différentes.

En résumé, il y a deux sortes d'appareils pédonculés : les appareils à pédoncule non sillonné *(Clevea* et *Plagiochasma) qui sont d'origine dorsale subterminale ;* les appareils à pédoncule sillonné *qui sont des pousses ventrales subterminales.* Le développement de ces dernières a pour résultat d'entraver plus ou moins vite celui du thalle stérile, de sorte que, de ce fait, ils deviennent terminaux.

L'appareil fructifère du *Lunularia*, quoiqu'ayant un pédoncule non sillonné, résulte aussi d'une pousse ventrale subterminale comme les précédents.

B. — Développement des appareils mâles.

Les appareils mâles sont, comme l'on sait, beaucoup plus variés et beaucoup plus éloignés les uns des autres que les appareils femelles. Je me contenterai d'étudier les trois types suivants :

1° *Plagiochasma.* — L'androecie apparaît immédiatement au-dessus de l'initiale du thalle stérile, qui continue à fonctionner régulièrement, sous la forme d'un très petit massif

de cellules qui grossit en même temps que le thalle s'allonge (Pl. 19, phot. I). Certaines cellules épidermiques de l'andrœcie vont donner les anthéridies : elles sont remarquables par la différenciation que présente leur contenu protoplasmique qui est beaucoup plus épais que celui des cellules voisines. Celles-ci se divisent activement pendant que l'andrœcie augmente de taille, si bien que les anthéridies se trouvent peu à peu enfoncées dans le tissu de cette dernière.

L'androecie est protégée par des écailles qui lui sont propres : elle s'allonge en même temps que le thalle par multiplication et élongation de ses cellules ; elle a finalement une forme aplatie, mais plus élevée en arrière qu'en avant et les anthéridies sont de plus en plus jeunes à mesure qu'on s'approche de l'extrémité du thalle. La photographie II de la planche 19 rend d'ailleurs toute explication superflue.

Lorsqu'on examine un thalle mâle du *Plagiochasma*, on est frappé par la disposition des androœcies placées sur la ligne médiane les unes à la suite des autres et d'autant plus grosses qu'elles sont plus éloignées du point végétatif.

2° *Fegatella*. — Le disque mâle du *Fegatella* se développe à l'extrémité des ramifications du thalle (bifurcations à branches inégales). Très jeune, il apparaît de forme arrondie et protégé, au-dessus par le thalle qui s'allonge en même temps que lui, en avant par des écailles qui se recourbent sur lui. Ce disque, qui est un véritable thalle spécial (thalle anthéridifère), s'allonge comme le thalle stérile par son extrémité antérieure en donnant des anthéridies en dessus, des écailles et des poils absorbants en dessous. Les anthéridies sont disposées les unes derrière les autres exactement comme dans les disques du *Lunularia* que j'ai également étudiés : les plus jeunes se trouvent au voisinage du point végétatif, les plus âgées en arrière ainsi que le montre admirablement la photographie I de la planche 20. J'ai étudié plus de trente disques de tous âges au moyen de coupes

en séries faïtes dans les trois sens longitudinal, transversal et horizontal. *Je n'ai jamais observé d'anthéridies jeunes, c'est-à-dire formées de quelques cellules seulement, ailleurs que tout près du sommet végétatif*, et si j'ai pu constater sur des androecies âgées, un petit nombre de fois d'ailleurs, dans la région postérieure du disque, une ou plusieurs anthéridies restées au stade de cellules-mères des anthérozoïdes, alors que celles du centre étaient presque mûres, il est hors de doute que ces anthéridies moins avancées avaient cependant pris naissance avant les autres et qu'elles aviaient dû, pour des causes qui échappent, s'arrêter dans leur développement. J'en ai eu la preuve dans l'étude des disques relativement jeunes qui présentent des anthéridies de plus en plus développées dans un ordre parfaitement régulier. D'ailleurs, il y a impossibilité complète à ce que plusieurs thalles en séries rayonnantes puissent s'accroître sur un thalle stérile, qui ne s'allonge que dans une seule direction, tout en restant intimement soudés à ce dernier. Ce n'est possible que si ces thalles mâles ne sont pas soudés au thalle stérile, comme c'est le cas des appareils mâles pédonculés. Pour qui a étudié sérieusement l'organisation et le développement des divers organes des Marchantiées, il ne peut faire aucun doute que l'androecie du *Fegatella*, identique à celle du *Lunularia*, n'est formée que d'un seul et même thalle. Donc, contrairement aux idées de Leitgeb, Cavers et Bolleter, les anthéridies du *Fegatella* ne sont pas disposées en séries centrifuges, fait très important dont on verra plus loin (chap. IV) les conséquences.

3° *Marchantia*. — Le développement du disque mâle du *Marchantia* a déjà fait l'objet de nombreuses études. Il est facile de trouver dans les coupes transversales en séries de disques jeunes, les sommets végétatifs qui correspondent aux lobes du disque ; les anthéridies sont bien disposées en séries centrifuges. D'ailleurs, dans les cultures du *Marchantia polymorpha*, on peut trouver tous les intermédiaires entre

des disques mâles petits, arrondis et sans trace de lobes et des disques parfaits à huit lobes. Il est même possible de suivre ainsi le développement d'un même disque, comme je l'ai fait plusieurs fois : le disque grandit tout en restant assez longtemps arrondi et pourtant, à ce moment, toutes les bifurcations existent à l'état de bifurcations soudées ; puis on voit le disque s'émarginer à sa partie antérieure (du côté opposé aux sillons) : c'est la première bifurcation, celle du pédoncule, qui devient effective ; on voit ensuite successivement quatre lobes, deux de chaque côté, puis six et huit lobes ; mais il arrive souvent que les disques cessent de s'accroître avec quatre ou six lobes seulement, ce qui n'empêche pas les anthéridies d'arriver à l'état adulte, comme on le voit au moment des arrosages où le liquide blanc à anthérozoïdes se répand à la surface du disque.

C. — Développement des appareils femelles.

De même que précédemment dans l'étude des appareils mâles pédonculés, il sera question ici du pédoncule et surtout du capitule, qui sont tous deux la suite directe du petit thalle basilaire dont nous avons vu l'origine et les caractères spéciaux.

1° *Plagiochasma.* — L'examen de coupes longitudinales faites en séries dans des thalles fertiles montre la présence, immédiatement au-dessus de l'initiale du thalle, d'un petit massif de cellules de forme arrondie : c'est le jeune appareil femelle (Pl. 20, phot. II). Ce petit mamelon différencié résulte des divisions d'un point végétatif dorsal ; il est protégé d'abord par les écailles protectrices du point végétatif du thalle stérile. Sur le bord de ce mamelon vont se développer généralement deux archégones placés face à face ; ceux-ci, d'abord dressés, sont rejetés peu à peu latéralement jusqu'à être complètement horizontaux par suite de l'accroissement en largeur du mamelon à la partie supérieure duquel

commencent à se former des stomates et des chambres aérifères (fig. 36) ; les archégones s'entourent chacun d'un involucre qui grandit et s'allonge en même temps que les sporogones inclus se développent. On remarque encore dans ces coupes de jeunes capitules, fait très important, deux régions où les cellules se divisent activement : ce sont celles qui portent les archégones et on doit les considérer comme deux sommets végétatifs.

Le thalle s'étant allongé, le jeune appareil femelle se trouve très en arrière du point végétatif au voisinage duquel

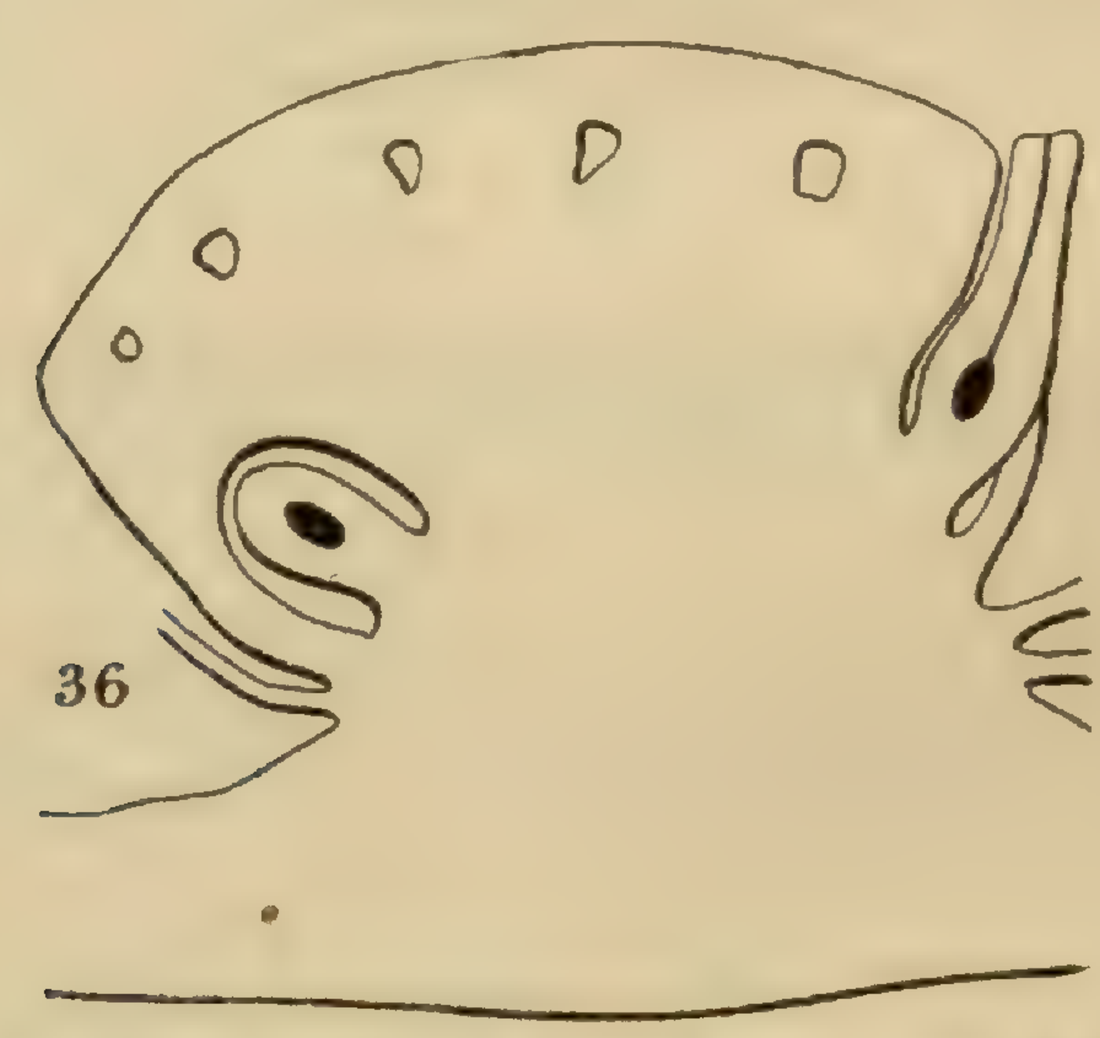


Fig. 36. — Coupe longitudinale d'un jeune appareil femelle du *Plagiochasma*. Gr. 80.

il est né : il est maintenant enveloppé par des écailles qui lui appartiennent en propre et qui partent de sa base. Le capitule grossit alors par le fonctionnement de ses sommets végétatifs et aussi par une multiplication générale de ses cellules. L'allongement du pédoncule, qui d'ailleurs reste toujours très court, se produit tardivement par élongation de ses cellules à l'approche de la maturité des spores.

Il arrive assez fréquemment que l'un des deux sommets végétatifs du capitule avorte en même temps que l'archégone : le même fait se produit encore quand l'un des deux archégones reste stérile ; dans ce cas, le capitule a un déve-

loppement irrégulier : le point végétatif resté actif se place alors dans le prolongement du pédoncule et, de ce fait, le sporogone se trouve presque dressé. Il en résulte un aspect curieux, souvent reproduit par les auteurs, Schiffner (1), Müller (2), Lacouture (3), et qui donne une idée fausse de l'appareil fructifère du *Plagiochasma*.

Parfois aussi, mais rarement, il y a quatre points végétatifs dans le jeune capitule, mais alors, il arrive très souvent qu'un, deux ou même trois archégones restent stériles.

Dans le *Plagiochasma*, le même thalle donne généralement naissance à plusieurs appareils fructifères et l'on peut en voir jusqu'à cinq et plus l'un derrière l'autre, le plus jeune se trouvant naturellement le plus près de l'extrémité du thalle, mais il est rare qu'ils arrivent tous à maturité.

Le développement de l'appareil fructifère du *Clevea Rousseliana*, que j'ai pu également suivre, est identique au précédent, mais les appareils sont toujours beaucoup moins nombreux.

2° *Lunularia*. — J'ai indiqué dans le chapitre I comment étaient disposés les appareils mâles et femelles du *Lunularia* et les raisons de cette disposition.

L'observation d'un jeune appareil femelle montre à sa base un petit thalle spécial qui se développe solidairement avec les lobes du thalle stérile auxquels il se trouve par suite intimement soudé ; sur le milieu du thalle spécial, on voit comme un petit bourgeon constitué par le jeune capitule enveloppé de ses écailles. Ce petit thalle basilaire, indistinct dans le *Plagiochasma* et le *Clevea*, fait partie de l'appareil fructifère du *Lunularia* et la preuve qu'on a bien affaire à un petit thalle spécial, c'est qu'il est caractérisé par la présence, sous sa face inférieure, de deux rangées de petites

(1) Schiffner V. *loc. cit.*
(2) Müller K. *loc. cit.*
(3) Lacouture. Les Hépatiques de la France (Paris, 1905).

écailles différentes comme grandeur et comme forme de celles du thalle stérile.

Ce thalle fructifère est une *pousse ventrale subterminale ;* il ne peut pas en être autrement, puisque le thalle stérile continue à s'accroître momentanément au-dessus du jeune capitule pour le protéger à ses débuts (Pl. 21, phot. I). Sur les coupes longitudinales en séries, on peut voir le jeune capitule femelle sous la forme d'un petit mamelon sur les bords duquel naissent les archégones qui sont d'abord dressés (Pl. 21, phot. I). Ils sont groupés en quatre places à l'extrémité de quatre sommets végétatifs (Pl. 21, phot. II) semblables à ceux que j'ai décrits dans le *Plagiochasma*. Le mamelon grossit et s'accroît plus vite dans sa partie supérieure, si bien que les archégones primitivement dressés prennent une position d'abord oblique, puis finalement horizontale. Le capitule est alors porté par un très court pédoncule d'où se détachent les nombreuses écailles qui le protègent en se recourbant au-dessus de lui (pl. 21, phot. III).

Le développement s'arrête à ce stade (archégones complètement formés) lorsque la fécondation n'a pas lieu, ce qui est assez fréquent dans cette Marchantiée dioïque. Dans le cas contraire, un sporogone, quelquefois deux par groupe, s'accroissent conjointement avec un involucre protecteur constitué par une sorte de gaine cylindrique à développement basilaire.

Les involucres de toutes les Marchantiées Involucrées (Voy. cfassif., Chap. V) sont semblables à celui du *Lunularia*, sauf toutefois qu'ils sont beaucoup moins longuement libres à leur extrémité. L'appareil femelle grossit alors en même temps que les sporogones et son pédoncule s'allonge au moment de la maturité des spores.

A ce propos, je dois mettre en doute le balancement organique entre le pédoncule du chapeau et le pédicelle de

la capsule admis par Lesage (1 et 2). Si ce balancement existait, on devrait le rencontrer dans la nature : or les *Plagiochasma* montrent toujours un chapeau à pédoncule court et des sporogones à pédicelle réduit ; les *Reboulia* ont un long pédoncule et le pédicelle de la capsule également très réduit, alors que, dans le *Marchantia polymorpha*, le pédoncule et le pédicelle sont longs. D'ailleurs, le faible développement du pédoncule amenant un allongement du pédicelle ne pourrait que nuire à la dissémination des spores, puisque les capsules sont pendantes dans la plupart des genres.

3° *Reboulia*. — Le jeune capitule apparaît comme un très petit massif de cellules, de forme arrondie, paraissant dans le prolongement du thalle stérile (Pl. 22, phot. I). A un état plus avancé, il se montre élargi à sa partie supérieure par la formation des chambres aérifères qui grandissent peu à peu ; les archégones subterminaux et primitivement dressés deviennent horizontaux (fig. 36 bis) et le capitule s'élargissant de plus en plus, ils finissent par devenir pendants (Pl. 22, phot. II) : c'est la position qu'auront les sporogones à maturité.

Les bords du capitule continuent à s'allonger et recouvrent les sporogones formant ainsi le dessus de l'involucre ; la partie inférieure de ce dernier est constituée par une lame incurvée à accroissement basilaire qui se développe tout autour du sporogone sauf en avant. En outre, dans les régions interarchégoniales, le bord capitulaire se recourbe limitant ainsi des cavités arrondies (Pl. 22, phot. II) dans lesquelles naîtront des poils absorbants dont nous étudierons la disposition dans le chapitre suivant. Ensuite, le

(1) Lesage. Sur le balancement organique entre le pédicelle du chapeau femelle et le pédicelle du sporogone dans les Marchantiées *(Bull. Soc. Médic.* Ouest, XIX, 1910, p. 1-4).

(2) Lesage. Balancement organique entre le pédicelle du chapeau femelle et le pédicelle du sporogone dans le *Lunularia vulgaris (C. R. Ac. Sc.*, T. CLX, p. 679-681, 1915).

pédoncule s'allonge pour élever le capitule au-dessus du sol et faciliter la dissémination des spores.

Le développement du capitule du *Grimaldia* et de toutes les Marchantiées Lobées est très semblable à celui du *Reboulia*. Celui des Marchantiées Involucrées (sillonnées) se présente de la même façon à son début seulement. Ainsi, un

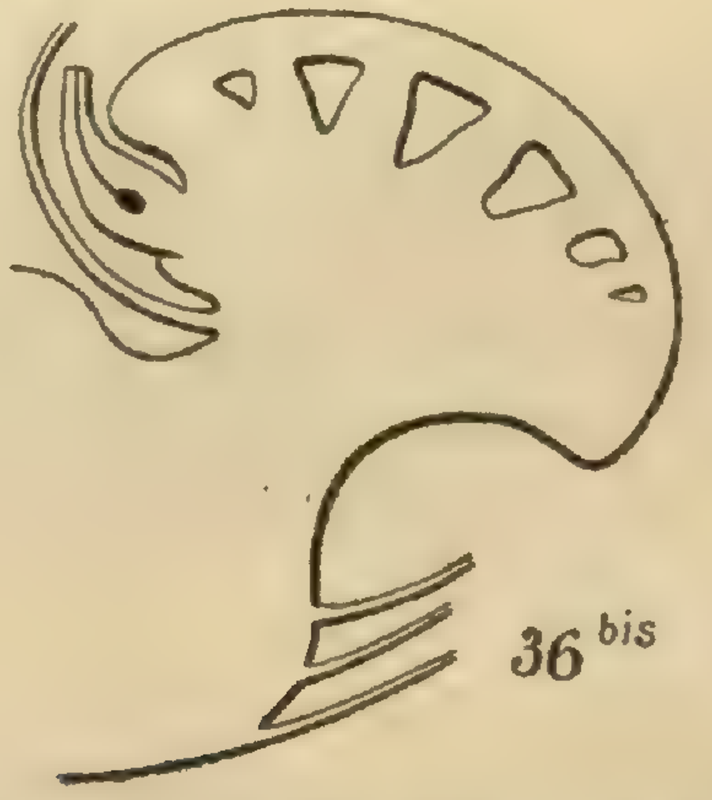


Fig. 36 bis. — Coupe longitudinale d'un jeune appareil femelle du *Reboulia*. Gr. 80.

jeune capitule de *Sauteria* montre, en coupe longitudinale, le même aspect et la même structure que celui d'un *Reboulia*. Mais ici, les archégones sont terminaux : il se forme des involucres cylindriques à développement basilaire en même temps que les sporogones grossissent et le capitule ne présente jamais une structure de thalle.

4° *Fegatella*. — Je ne reviendrai pas ici sur le développement de l'appareil fructifère du *Fegatella* qui a été étudié avec soin par Cavers (1) dont j'ai pu vérifier les dires. Cet auteur a fort bien montré la présence dans le jeune capitule de huit points végétatifs et figuré dans son travail des coupes transversales de capitules de plus en plus âgés sur lesquels on peut voir successivement deux, quatre et huit sommets végétatifs qui sont, pour lui, l'indication que ces capitules sont composés de deux, quatre et huit thalles.

(1) Cavers F. *loc. cit.*

Toutefois, Cavers, de même que Bolleter (1), a laissé de côté le développement de l'involucre et Graham (2) n'a pas vu quelle était sa véritable origine. En effet, les involucres du *Fegatella* ont une véritable structure de thalle : chacun d'eux est constitué dans sa partie externe par un des lobes ou thalles du capitule qui s'allonge par-dessus le sporogone et dans sa partie interne par une lame soudée latéralement à ce lobe capitulaire ; cette lame doit être considérée aussi comme un' véritable thalle à cause de son allongement terminal solidaire de celui du thalle capitulaire correspondant et parce qu'elle donne naissance à des poils absorbants. Cette lame se replie autour du sporogone jusqu'à ce qu'elle arrive au contact du bord du chapeau et le sporogone est ainsi complètement enveloppé.

5° *Marchantia*. — Comme dans les cas précédents, le jeune capitule du *Marchantia polymorpha* apparaît sous forme d'une petite masse saillante et arrondie (Pl. 23, phot. I), dans laquelle on peut retrouver deux, quatre, huit sommets végétatifs. La photographie II de la planche 23 montre sur un jeune capitule coupé transversalement un certain nombre de ces points végétatifs. Chacun d'eux donne naissance à sa partie externe à un groupe d'archégones qui sont subterminaux et horizontaux (Pl. 24, phot. I); de plus, ils sont tassés les uns contre les autres, sans solution de continuité, si bien qu'ils ont en coupe des sections polygonales (Pl. 24, phot. II).

D'autre part, on peut également voir se développer entre les archégoniophores des saillies qui vont s'allonger peu à peu pour donner les rayons, d'abord pendants vers le thalle. En même temps, le développement secondaire, qui se produit

(1) Bolleter E. *loc. cit.*

(2) Graham Margaret. The developpment of the sporogonium and adjacent tissues of the gametophore of *Conocephalus conicus* (*Bull. Torr. Bot. Club* XXXVI, 1909, p. 615-613, pl. 30-33).

dans les parties du capitule plus ou moins éloignées des points végétatifs, amène d'importantes transformations. On peut suivre la formation des stomates et des chambres aérifères à partir de ces points végétatifs en allant vers le sommet du capitule où se trouvent les plus grandes.

Les archégones d'abord horizontaux, au bord périphérique des lobes capitulaires, sont peu à peu rejetés en-dessous et arrivent à être complètement pendants ; l'accroissement en surface de l'archégoniophore par multiplication de ses cellules les écarte les uns des autres : c'est la raison pour laquelle, après la fécondation, ils peuvent donner autant de sporogones. Dans les cas où ils restent serrés les uns contre les autres, c'est-à-dire dans la plupart des autres Marchantiées, un seul, quelquefois deux, arrivent à se développer. Par le même fait que les archégones sont rejetés en dessous, le dernier formé se trouve être le plus près du pédoncule et le plus ancien à la périphérie. Cette place respective des archégones de différents âges a été fort bien vue par Mirbel : « *On remarquera que les archégones sont d'autant plus jeunes que leur point d'attache est moins éloigné du centre du chapeau.* » Cette observation a été reprise par Leitgeb qui l'a étendue aux sporogones. Elle n'est plus alors aussi exacte, car s'il est logique de penser que le premier archégone venu à maturité soit le premier fécondé et donne le premier sporogone, il n'en est pas nécessairement ainsi et j'ai pu, sur de nombreuses coupes, voir des sporogones voisins du pédoncule plus développés que d'autres plus éloignés. En tous cas, il n'y a pas dans chaque involucre, comme le dit Leitgeb, une sorte d'inflorescence indéfinie. Ch. Douin (1) a montré l'impossibilité qu'il y avait à concevoir un rameau fructifère s'allongeant dans un involucre. En même temps que les archégones se trouvent ainsi écartés les uns des autres, il se

(1) Douin Ch. *loc. cit.*

développe autour de chacun d'eux une sorte de manchon qui deviendra le *périanthe* et en dehors de ce dernier quelques écailles protectrices supplémentaires.

Le capitule femelle du *Marchantia* se développe complètement, même lorsqu'il n'y a pas fécondation, comme dans les localités où le pied femelle existe seul (c'est précisément le cas de la localité de Saint-André, à Chartres, où depuis sept ans je n'ai jamais vu que la plante femelle sans aucun sporogone développé). Ce fait remarquable oppose le *Marchantia* aux *Reboulia*, *Sauteria*, *Lunularia*, etc. dont le capitule, comme je l'ai expliqué plus haut, n'achève son développement qu'après la fécondation.

D. — Protection des appareils mâles et femelles au cours de leur développement.

Cette protection, toujours intéressante, mérite d'autant plus de faire l'objet d'un paragraphe spécial que certains organes protecteurs comme celui que j'ai appelé *collerette*, ont été jusqu'ici complètement méconnus.

1° *Protection par des écailles.* — De même que le point végétatif d'un thalle stérile est protégé par des écailles qui viennent le recouvrir, de même les appareils mâles et femelles sont enveloppés par des écailles qui leur appartiennent en propre. Dans les premiers stades du développement, la protection est réalisée par les écailles issues du thalle stérile, mais plus tard dans les appareils femelles de nombreuses Marchantiées (*Reboulia*, *Fimbriaria Lindenbergiana*, *Pellolepis*, *Sauteria*, *Preissia*), des écailles spéciales à ces appareils viennent les recouvrir : elles naissent soit du petit thalle femelle basilaire dont elles sont un des caractères spéciaux, soit du pédoncule qui en est la continuation. Lorsque l'appareil femelle est entièrement développé, les écailles sont pendantes et c'est à cet état qu'elles ont été décrites comme détachées du capitule sans que leur véritable origine ait été

soupçonnée. Elles sont en réalité nées d'un organe spécial que j'ai appelé la *collerette* en raison de sa forme et de sa place.

2° *Protection par la collerette.* — La collerette est une sorte de manchon qui se détache de la base du capitule tout en faisant d'abord corps avec la partie supérieure du pédoncule : ensuite, elle s'individualise peu à peu et finit par se résoudre en longues lamelles pendantes. La collerette offre des aspects différents suivant les genres considérés : on peut cependant la ramener à deux types principaux réalisés dans le *Reboulia* et le *Preissia*.

Dans le *Reboulia*, l'examen des coupes transversales en séries montre une masse polygonale d'abord simple, qui se détache du fond du capitule et qui présente bientôt deux parties distinctes : au centre, le pédoncule et, autour de lui, un manchon à contour polygonal (autant de côtés que d'involucres) : c'est la collerette qui, plus bas, se dédouble, puis finit par se diviser en lames de plus en plus nombreuses et de plus en plus minces et étroites.

Il faut remarquer que la collerette est interrompue en face du sillon pédonculaire et de la cavité pilifère principale située dans le même plan, évidemment dans le but de permettre aux poils absorbants issus de cette cavité de passer dans le sillon (fig. 38, sept pages plus loin).

Le *Peltolepis* possède aussi une belle collerette polygonale (fig. 50, onze pages plus loin).

Dans le *Preissia*, on voit des crêtes parallèles qui, naissant de la base du capitule, font d'abord corps avec le pédoncule et pénètrent plus ou moins dans les cavités pilifères en face desquelles elles sont placées (Pl. 29, phot. I). Elles ont été signalées par les auteurs en disant que le capitule est « *décurrent sur le pédoncule* ». Ensuite, ces crêtes se détachent peu à peu de ce dernier, et se résolvent en écailles pendantes : l'ensemble de celles-ci affecte en coupe une forme quadrangulaire.

La collerette du *Sauteria* est souvent rudimentaire ; elle se partage presque immédiatement en lamelles qui ne se détachent du pédoncule qu'en face les régions interinvolucrales.

Le *Fimbriaria Lindenbergiana* possède une collerette qui présente à la fois une sorte de manchon et des crêtes s'avançant plus ou moins loin à l'intérieur des cavités pilifères (Pl. 28, phot. I).

Ce sont là des types intermédiaires entre les deux types extrêmes signalés.

Le rôle de la collerette est assez complexe. Lorsque l'appareil femelle est jeune, les écailles de la collerette sont recourbées au-dessus de lui, le mettant ainsi à l'abri de la sécheresse en même temps qu'elles le protègent contre les heurts de l'extérieur. Par suite de l'allongement du pédoncule du chapeau, elles deviennent pendantes et ne font plus que protéger contre la dessiccation la cavité péripédonculaire dans laquelle se trouve un manchon de poils absorbants dont il sera question dans le chapitre III. Enfin, c'est un organe de consolidation du capitule sur le pédoncule, puisqu'il fait corps avec ces deux organes.

3° *Protection par le thalle.* — Certains appareils mâles et femelles sont, au cours de leur développement, protégés par le thalle. Le plus bel exemple, d'ailleurs bien connu, est fourni par le *Fegatella conica* (1). Dans ce genre, les appareils mâles et femelles sont formés par une pousse ventrale subterminale se développant solidairement avec le thalle stérile. Les deux thalles se soudant latéralement, il en résulte une cavité close, sauf en avant (condition indispensable pour la fécondation) où se trouvent des écailles protectrices (Pl. 20, phot. I). Bien à l'abri dans cette cavité, le capitule ou l'androecie s'y développe. Sous leur pression, le thalle se

(1) Douin R. Le Sporophyte chez les Hépatiques (*Rev. Gén. de Bot.*, T. XXIV, 1912).

déchire en dessus et on aperçoit le centre de l'androecie ou la pointe du capitule. Ce dernier reste dans cette situation jusqu'à la maturité des spores. Il ne sera pas inutile de remarquer ici une curieuse analogie entre la formation de cette cavité protectrice et celle des involucres capitulaires.

Cet intéressant mode de protection se retrouve dans d'autres genres, mais à un état bien plus rudimentaire, comme je l'ai déjà montré. Ainsi chez le *Lunularia* femelle, on voit très bien, à la loupe, le thalle stérile s'étendre au-dessus du bourgeon femelle et le cacher en partie (Pl. 21, phot. I). Il en est de même chez le *Marchantia polymorpha*.

Enfin, pour terminer, je signalerai les androecies du *Corbierella* et de l'*Exormotheca*, qui sont comme enfouies dans le thalle stérile qui les dépasse beaucoup par ses chambres aérifères hautement saillantes : tel est aussi le cas du jeune capitule et des archégones qui, de ce fait, passent souvent inaperçus.

En résumé, on voit par quels moyens variés les organes reproducteurs sont protégés au cours de leur développement, ce qui est en corrélation avec la conservation de l'espèce, qui exige la maturité de ces organes.

CHAPITRE III

ALIMENTATION DES APPAREILS MALES ET FEMELLES

Les auteurs regardent comme très accessoires les dispositifs d'absorption de l'eau que peuvent présenter les appareils mâles et femelles des différents genres de Marchantiées. Cependant Mirbel (1) dans son remarquable mémoire sur le *Marchantia polymorpha* donne une coupe longitudinale du chapeau femelle (Pl. 7, fig. 59 de son travail) montrant un « *faisceau de racines renfermées dans un cœcum creusé dans le lobe du chapeau. Le cœcum débouche dans une rainure du pédoncule et y conduit le faisceau de racines qui descend perpendiculairement vers la terre.* »

Kny (2) signale que des rhizoïdes parcourent entre deux rangées d'écailles la face inférieure de chacun des huit rayons du disque mâle du *Marchantia* et que les bords recourbés des digitations du capitule forment une rigole où naissent des poils absorbants.

Cavers (3) et Schiffner (4) figurent des coupes schématiques, le premier des chapeaux femelles du *Reboulia hemispherica* et du *Preissia quadrata*, le second du *Neesiella*, montrant l'existence de cavités renfermant des poils absorbants.

(1) Mirbel. Recherches anat. et physiol. sur le *Marchantia polymorpha* (*Mémoires de l'Ac. d. Sc. de l'Institut de France*, 1835).

(2) Kny L. *loc. cit.*

(3) Cavers F. Contribution to the biology of Hepaticæ. Part I. *Targionia. Reboulia, Preissia, Monoclea* (*Leeds*, 1904, 8°, 47 p. with 12 fig.).

(4) Schiffner V. Morphologische und biologische Untersuchungen über die Gattungen *Grimaldia* und *Neesiella* (*Hedwigia*, XLVII, 1908, p. 306-320, Taf. VIII).

Enfin Cavers, puis Bolleter dans leurs études sur le *Fegatella conica* ont constaté la présence d'une grosse masse de rhizoïdes entre le pédoncule et la face interne du capitule femelle.

Cependant un grand nombre d'appareils mâles et femelles de Marchantiées possèdent une organisation très remarquable dont le but est d'assurer leur nutrition ainsi que le parfait développement des organes sexuels et des sporogones. J'ai signalé, en 1914, l'existence de cette organisation dans une note à l'Académie des Sciences (1).

I. Appareils femelles.

A. — Appareils à pédoncule non sillonné.

Dans les capitules des Marchantiées non sillonnées, la nutrition ne s'effectue que par des échanges osmotiques de cellule à cellule. C'est pour cette raison que les pédoncules qui les portent ne s'allongent jamais beaucoup *(Plagiochasma, Clevea)* ou ne se développent qu'au dernier moment, lorsque les capsules sont voisines de la maturité *(Lunularia)*.

L'alimentation de ces capitules n'a donc rien de très particulier, mais il n'en est plus de même dans les espèces qui possèdent un chapeau à pédoncule sillonné.

B. — Appareils à pédoncule sillonné.

Les appareils femelles à pédoncule sillonné se développent généralement de bonne heure avant la maturité des sporogones et même, chez certaines Marchantiées, avant leur formation. C'est que ces appareils renferment un remarquable dispositif de poils absorbants qui leur permet de

(1) Doux R. Sur les dispositifs de l'absorption de l'eau dans le capitule femelle et le disque mâle des Marchantiées *(Comptes-rendus des séances de l'Ac. des Sc.*, T. CLVII, p. 997, 1913).

lutter d'une manière efficace contre la dessiccation. Des régions spéciales du capitule donnent effectivement naissance à des poils qui, après avoir cheminé dans le pédoncule, arrivent en partie au sol et peuvent ainsi apporter au capitule l'eau qui lui est nécessaire.

En outre, le chapeau n'est plus réduit; à l'exœption toutefois de celui du *Sauteria* et du *Peltolepis*, à la soudure des involucres et toute sa partie supérieure offre la constitution normale d'un thalle caractérisée par la présence de chambres aérifères et de stomates qui, fait remarquable, sont toujours composés même quand le thalle ne possède que des stomates simples ; cette structure du chapeau constitue une protection de plus contre la sécheresse.

L'alimentation des différentes parties d'un capitule par les poils absorbants peut, ainsi que nous allons le voir, être directe ou indirecte, soit que ceux-ci partent de toutes les cavités du chapeau pour se rendre dans le ou les sillons du pédoncule, soit qu'au contraire une cavité seulement envoie au sol des rhizoïdes, au contact desquels viennent s'alimenter ceux des autres cavités.

a) *Appareils à pédoncule unisillonné.*

1° Type *Fegatella*. — Le *Fegatella* constitue un type unique et très inférieur, sans aucune forme de transition avec les types supérieurs en organisation. Son capitule femelle a une forme de cône et enserre étroitement et assez longuement le pédoncule. Il n'y a pas de cavité pilifère spécialisée : les poils absorbants se développent sur toute la face interne du chapeau, mais un petit nombre seulement d'entre eux descend dans le sillon pédonculaire qui est largement ouvert à sa partie supérieure (Pl. 25, phot. I) : ce sont ceux qui ont pris naissance au-dessus et en face de lui : les autres tournent autour du pédoncule, d'abord en cercle, puis en spirale de plus en plus lâche (Pl. 25, phot. II) et finissent par être pendants. Ils diminuent en même temps

de nombre et restent appliqués contre la paroi du capitule (Pl. 26, phot. I et II). L'alimentation est indirecte puisque l'eau monte par les poils du sillon et se répand ensuite dans le feutrage qui entoure le pédoncule.

Les capitules du *Fegatella* restent longtemps presque sessiles, les pédoncules ne s'allongeant qu'au moment où les spores sont déjà mûres : les sporogones sont toujours plus près de la face interne que de la face externe du chapeau, c'est-à-dire presque au contact des poils absorbants.

A ce type se rattachent deux autres : l'un, très inférieur, le *Corbierella algeriensis* (1), l'autre, plus voisin, représenté par l'*Exormotheca pustulosa* (2, 3). Dans ce dernier, le capitule invaginé autour du sommet du pédoncule forme une cavité semblable, quoique plus réduite, à celle du *Fegatella* et dans laquelle naissent des rhizoïdes, dont une partie descend jusqu'au sol par le sillon du pédoncule.

Dans le *Corbierella*, le capitule est presque sessile et hémisphérique : il renferme à maturité des sporogones dressés comme ceux de l'*Exormotheca* et de sa partie inférieure partent de nombreux poils absorbants se rendant directement au sol par le sinus du thalle.

On voit donc une gradation continue depuis la forme primitive du *Corbierella* jusqu'au *Fegatella*, en passant par l'*Exormotheca* dont le chapeau n'est que faiblement invaginé autour du pédoncule.

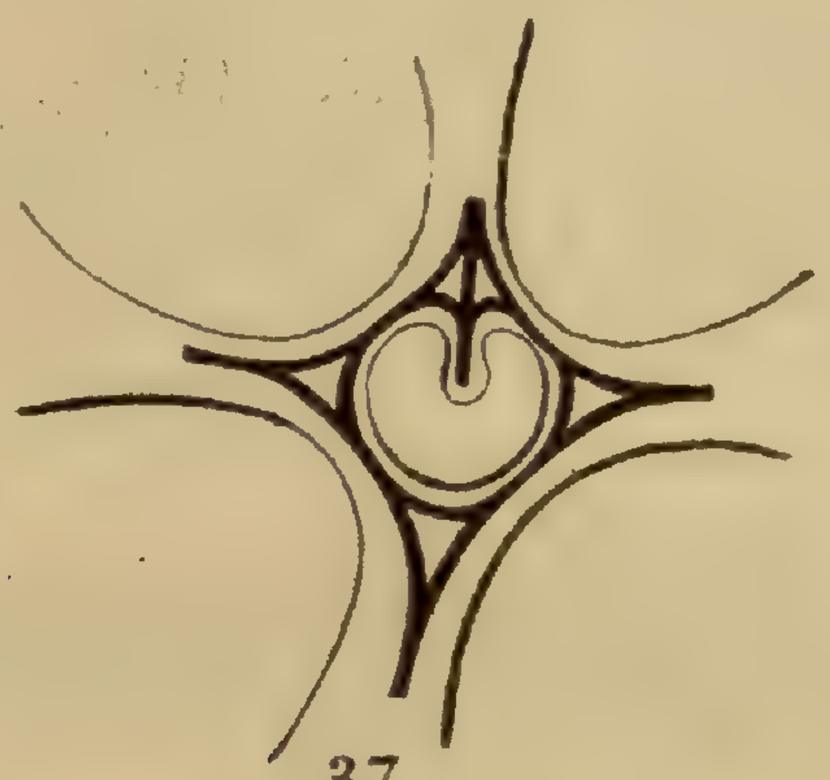
2° Type *Sauteria*. — Le *Sauteria alpina* possède un capitule très simple uniquement constitué par la soudure des involucres enveloppant les sporogones. Les involucres sont en nombre variable, généralement trois ou quatre (rarement jusqu'à sept ou huit) et la partie supérieure du capitule est

(1) Douin Ch. et Trabut L. *loc. cit.*

(2) Solms-Laubach. Ueber *Exormotheca* Mitt., eine wenig bekannte Marchantiaceengattung (*Bot. Zeit.*, 1897, S. 1-16, Taf. 1).

(3) Goebel K. Zur Kenntniss und Verbreitung der Marchantiaceengattung *Exormotheca* (*Flora*, Bd. 95, S. 244-250, 1905).

caverneuse et dépourvue de stomates. Ce genre présente cependant une organisation supérieure à celle du *Fegatella*. Les poils absorbants naissent en des points déterminés de la face inférieure du chapeau dans la partie des régions involucrales qui avoisine le pédoncule. Une des régions pilifères, la région postérieure (région principale), est toujours située dans le plan du sillon pédonculaire et envoie à l'intérieur de celui-ci les poils absorbants qui descendent au sol.



37

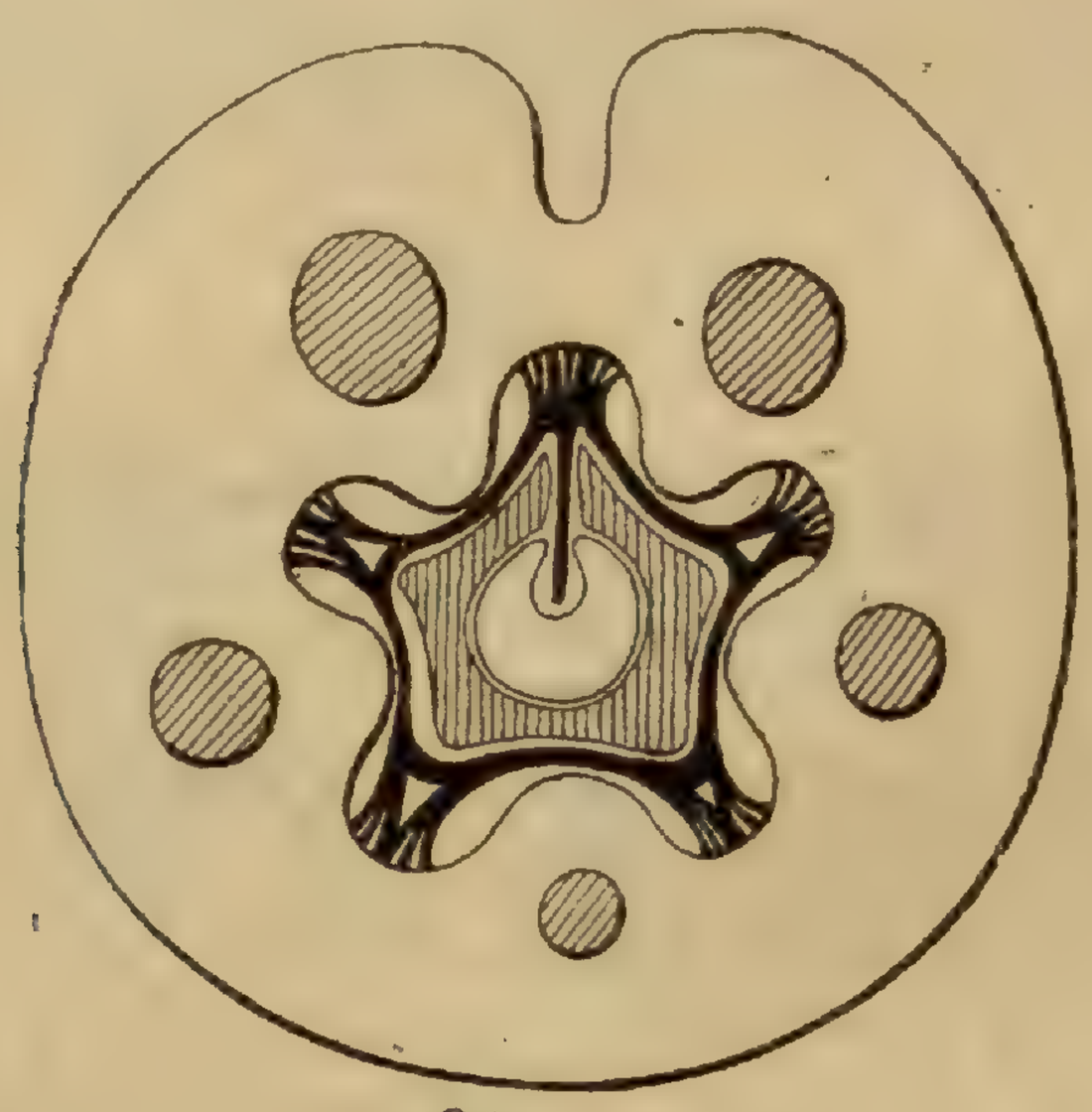
Fig. 37. — Diagramme montrant la disposition des poils absorbants dans le capitule du *Sauteria*. Gr. 18.

Les rhizoïdes des autres régions pilifères (régions secondaires) forment, autour du sommet du pédoncule, une véritable couronne et viennent ainsi se mettre en contact avec ceux qui cheminent dans le sillon pédonculaire (fig. 37). Les régions pilifères voisines de la principale sont susceptibles également de fournir des poils absorbants au sillon pédonculaire, mais toujours en très petite quantité.

Il arrive parfois que le sillon est situé en face d'un involucre : il reçoit alors deux faisceaux de rhizoïdes issus des régions pilifères les plus voisines (Pl. 27, phot. I).

3° Type *Fimbriaria*. — Le *Fimbriaria pilosa* a un capitule de forme globuleuse et muni de chambres aérifères et de stomates comme un véritable thalle. Sur une coupe transversale, il montre une alternance parfaite des sporogones avec des cavités spéciales de forme arrondie dans lesquelles se

développent les poils absorbants. Les cavités ne sont ouvertes qu'à leur partie inférieure et débouchent entre le chapeau et son pédoncule au voisinage de l'insertion du premier sur le second. L'existence de cavités spécialisées constitue un perfectionnement sur le *Sauteria*, mais comme dans ce dernier genre l'alimentation est indirecte : une cavité, la cavité principale se trouve placée dans le plan du sillon pédonculaire et les poils, à qui elle donne naissance, se rendent partagés en trois faisceaux, les uns dans



38

Fig. 38. — Diagramme montrant la disposition des poils absorbants dans le capitule du *Reboulia*. Gr. 18.

le sillon, les autres à la rencontre de ceux qui sont issus des cavités voisines ou cavités secondaires ; celles-ci sont en outre reliées entre elles par des rhizoïdes formant un faisceau semblable aux derniers, de sorte que chaque cavité secondaire ne donne que deux faisceaux de poils absorbants, alors que la cavité principale en donne trois. Tous ces faisceaux de poils constituent en tournant autour du pédoncule un véritable manchon protégé contre la sécheresse par le repli du capitule.

Le diagramme du *Reboulia* (fig. 38) montre bien cette

disposition : toutefois le pédoncule du chapeau est entouré d'une collerette polygonale à autant de côtés que d'involucres.

Le *Fimbriaria Lindenbergiana* offre encore exactement le même dispositif d'absorption de l'eau, mais le pédoncule est enveloppé, dans sa partie supérieure, par de multiples écailles provenant de la collerette qui s'est divisée en lanières pendantes : il est de toute évidence qu'elles protègent les poils absorbants contre la dessiccation, car le capitule n'enserre pas étroitement le pédoncule. De plus,

39

Fig. 39. — Coupe longitudinale schématique du capitule du *Grimaldia* passant par la cavité principale et le sillon pédonculaire. Gr. 18.

comme dans le *Reboulia*, les sporogones et les cavités pilifères sont, dans cette espèce, généralement plus nombreux que dans le *F. pilosa* (le plus souvent quatre ou cinq) (Pl. 28. phot. I et II).

Le capitule du *Grimaldia dichotoma* est constitué exactement de la même façon et, comme dans le *Fimbriaria pilosa*, il n'y a ni collerette, ni écailles pendantes : mais les poils absorbants sont mis à l'abri de la sécheresse d'une manière particulière : ce sont des bourrelets du pédoncule et du capitule qui s'engrènent comme des dents de pignons pour fermer le conduit circulaire où se trouvent les rhizoïdes

qui tournent autour du pédoncule : on voit de plus quelques écailles pendre des bourrelets du pédoncule (fig. 39).

Au type *Fimbriaria* se rattache encore le *Neesiella rupestris*, autant que j'ai pu en juger d'après le schéma qu'en donne Schiffner (1).

Tous ces genres possèdent donc une alimentation indirecte, la cavité principale recevant seule directement l'eau qui monte du sol par le faisceau de poils du sillon. Toutefois, il faut ajouter que les cavités pilifères immédiatement voisines de la cavité principale peuvent également envoyer quelques rhizoïdes dans le sillon pédonculaire, fait que j'ai déjà signalé dans le *Sauteria* et que j'ai vérifié pour le *Fimbriaria Lindenbergiana*, le *Grimaldia* et le *Reboulia*.

b) *Appareils à pédoncule bisillonné.*

1° Type *Peltolepis*. — Le *Peltolepis* possède un capitule réduit aux involucres comme celui du *Sauteria*, mais porté par un pédoncule creusé de deux sillons longitudinaux et entouré d'une collerette divisée en lanières. Les involucres sont au nombre de trois à huit, généralement de quatre ou cinq et les cavités pilifères sont réduites à la base des sinus interinvolucraux comme chez le *Sauteria* ; de plus l'alimentation est directe pour toutes les régions pilifères. L'une d'entre elles est postérieure et donne naissance à deux faisceaux de poils absorbants qui vont s'enfoncer respectivement dans l'un et l'autre sillon largement ouverts à leur partie supérieure ; ceux-ci reçoivent en outre un faisceau de rhizoïdes de chacune des cavités se trouvant dans la moitié correspondante du capitule (fig. 50). De plus, quelques rhizoïdes naissent de la base des involucres et viennent se mettre en contact avec ceux qui proviennent des régions interinvolucrales, dispositif qui a pour but d'égaliser la répartition de l'eau. On a ainsi, autour du pédoncule, une véritable couronne de poils absorbants (Pl. 27, phot. II).

(1) Schiffner, V. *loc. cit.*

Parfois des involucres se trouvent déplacés par suite d'un développement inégal : c'est ainsi que j'ai observé un dispositif différent du précédent. Les sillons, au lieu de se trouver en face d'un involucre sont face à des cavités pilifères et chacune d'entre elles envoie un faisceau de rhizoïdes dans le sillon correspondant.

Fig. 40 et 41. — Diagrammes montrant la disposition des poils absorbants dans les capitules du *Peltolepis* et du *Preissia*. Gr. 18.

2° Type *Preissia*. — Le chapeau femelle du *Preissia* a une forme quadrangulaire et porte à sa partie supérieure des chambres aérifères et des stomates en tonnelet. Les cavités pilifères sont toujours au nombre de quatre et s'étendent du sommet de chaque angle au centre du capitule : on trouve, alternant avec ces cavités, quatre involucres renfermant chacun un nombre variable de sporogones, ordinairement deux, les autres archégones ne s'étant pas développés. Les cavités pilifères, qui s'enfoncent profondément dans les rayons (1) du capitule, s'y terminent en

(1) La distinction entre les rayons et les lobes a donné lieu chez les auteurs à de nombreuses confusions. J'appellerai *rayons* les régions du capitule correspondant aux cavités pilifères et *lobes* celles qui recouvrent les involucres.

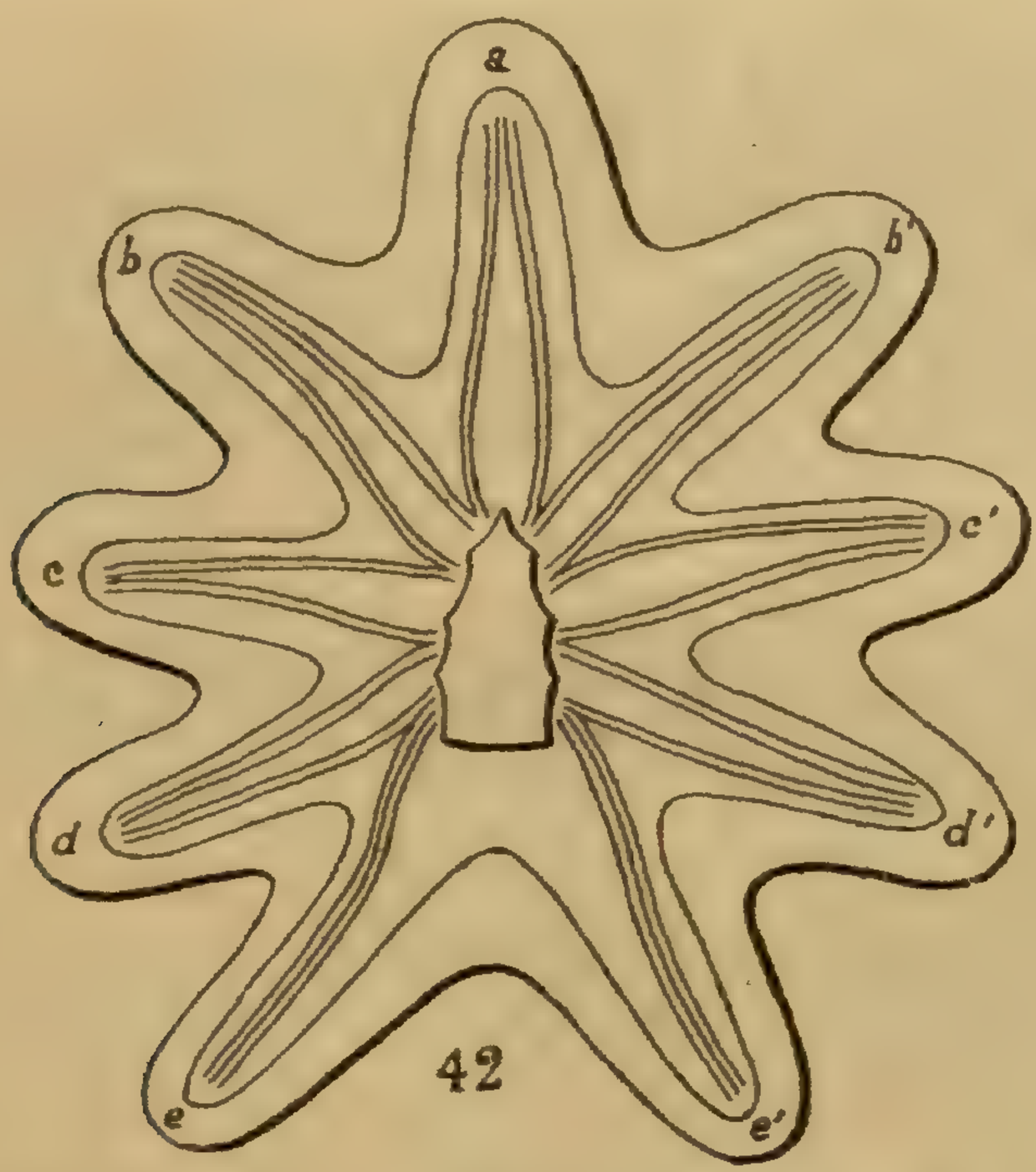
cœcum : elles sont ouvertes à leur partie inférieure, mais des écailles mettent à l'abri de la sécheresse les poils absorbants qui naissent dans chaque cavité, où ils forment deux faisceaux distincts. Les sillons du pédoncule sont largement ouverts et divisés dans leur partie supérieure et les faisceaux de rhizoïdes des cavités antérieure et postérieure se rendent chacun dans une moitié des deux sillons ; ceux des cavités latérales vont dans chaque moitié d'un même sillon. La figure 41 permet de comprendre facilement cette organisation. On peut, de plus, voir quelques poils absorbants, naissant des régions intercavitaires, aller se mettre au contact de ceux qui sont issus des cavités. Ces poils absorbants sont protégés par les crêtes parallèles de la collerette, d'abord décurrentes sur le pédoncule, ensuite divisées en lamelles pendantes (Pl. 29, phot. I et II).

Au point de vue de la disposition des poils absorbants, l'organisation du capitule du *Bucegia romanica* se ramène à celle du *Preissia*. On a en effet dans le chapeau du *Bucegia* quatre cavités pilifères alternant avec les quatre involucres et les faisceaux de poils absorbants se dirigent de la même manière vers les deux sillons du pédoncule ; mais il n'y a pas de rayons comme dans le *Preissia*.

3e Type *Marchantia*. — Le chapeau femelle du *Marchantia polymorpha* présente ordinairement neuf rayons et huit lobes indistincts à leur extrémité périphérique : lorsque les rayons sont plus nombreux, c'est que certains d'entre eux se sont dédoublés. Chaque rayon est creusé d'une cavité pilifère allongée, ouverte à sa partie inférieure et protégée contre la sécheresse par des écailles. Sous chaque lobe se trouve un involucre enveloppant les sporogones.

Les deux sillons du pédoncule se divisent d'abord une fois à son extrémité supérieure et chaque demi-sillon se partage encore en deux. On a ainsi comme huit petits sillons largement ouverts et bien nets dans les capitules développés :

chacun d'eux reçoit, comme le montre bien le diagramme ci-contre (fig. 42), deux faisceaux de rhizoïdes provenant de deux cavités différentes qui lui font face ; une partie de ces rhizoïdes descend jusqu'au sol. Chaque cavité, à l'exception des cavités *e* et *e'*, donne naissance à deux faisceaux distincts de poils absorbants. En fait *e* et *e'* ne sont que deux demi-



42

Fig. 42. — Diagramme montrant la disposition des poils absorbants dans le capitule du *Marchantia polymorpha*. Gr. 15.

cavités et équivalentes à la cavité postérieure *a* qui, seule, envoie des poils absorbants dans l'un et l'autre sillon. Le rayon antérieur est donc partagé en deux — fait d'ailleurs remarqué par les auteurs — et nous en avons une preuve dans l'absence de poils absorbants entre les cavités *e* et *e'* alors qu'ils sont assez nombreux entre les autres cavités (Pl. 30, phot. I et II ; Pl. 31, phot. I).

L'alimentation du capitule du *Marchantia polymorpha* est donc encore directe puisque chaque cavité envoie des poils absorbants dans les sillons qui s'ouvrent en face d'elle et, en somme, ce capitule est équivalent à un double capi-

tule de *Preissia*, dans lequel la cavité antérieure serait divisée en deux parties.

J'ai aussi étudié le capitule du *Marchantia palacea* qui montre neuf rayons et huit lobes alternants et dont l'organisation est identique à celle du *M. polymorpha*.

Il semble que le chapeau femelle du *Dumortiera hirsuta* doive aussi être ramené à ce type (je n'ai pu l'étudier qu'à l'état jeune). Il est formé de plusieurs lobes sous lesquels sont groupés les archégones. Entre les lobes naissent dans de petites cavités les poils absorbants qui sont entrelacés avec de nombreuses écailles et descendent dans les sillons pédonculaires : ceux-ci, au nombre de deux, sont divisés chacun deux fois et largement ouverts à leur partie supérieure.

Il y a les mêmes différences entre le *Dumortiera* et le *Marchantia* qu'entre le *Bucegia* et le *Preissia*, le *Dumortiera* n'ayant pas de rayons.

Les *Marchantia* exotiques (*Marchantia* (Linné) Ch. et R. Douin (1) emend.) ont un capitule à organisation analogue. Il n'en est plus de même dans le genre *Marchantiopsis*. A la simple vue des figures de Schiffner représentant le *Marchantia geminata* dont le capitule n'a que quatre lobes superposés à quatre involucres, on devine une organisation beaucoup plus simple : il n'y a très probablement que des cavités interinvolucrales qui envoient chacune des poils absorbants dans les sillons correspondants.

II. Appareils mâles.

Seuls, les appareils mâles des *Dumortiera*, *Bucegia*, *Preissia* et *Marchantia* possèdent un dispositif d'absorption de l'eau. Leur organisation est beaucoup plus simple que celle des appareils femelles. Je n'ai d'ailleurs étudié que le *Preissia* et le *Marchantia* n'ayant pu me procurer des échantillons frais des deux autres.

(1) Douin Ch. et R. Le *Reboulia hemispherica* Raddi (*Revue Gén. de Bot.*, Tome XXX, p. 135, 1918).

1° Type *Preissia*. — L'androecie du *Preissia*, de forme circulaire, est portée par un pédoncule légèrement excentrique : celui-ci s'élargit insensiblement à sa partie supérieure et ses deux sillons s'y divisent une fois, puis s'ouvrent largement à la partie postero-inférieure du disque, où ils se continuent suivant quatre régions pilifères plus ou moins nettes protégées par des écailles (fig. 43). La surface antero-

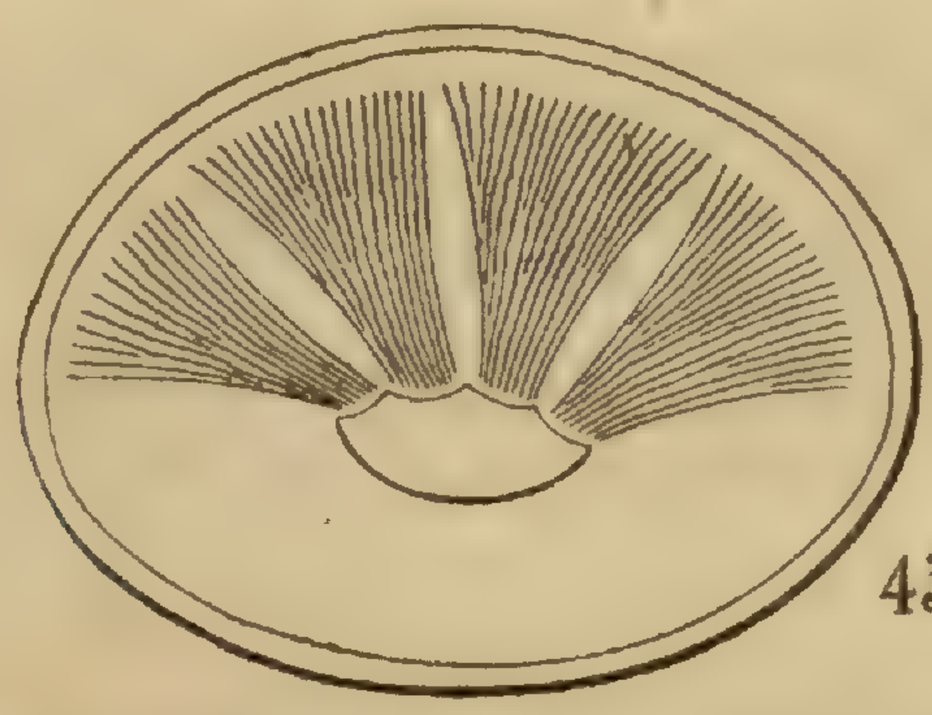


Fig. 43. — Diagramme montrant la disposition des poils absorbants dans le disque mâle du *Preissia*. Gr. 15.

inférieure du disque ne porte pas de poils absorbants (fig. 44 ; Pl. 31, phot. II ; Pl. 32, phot. I) et les anthéridies

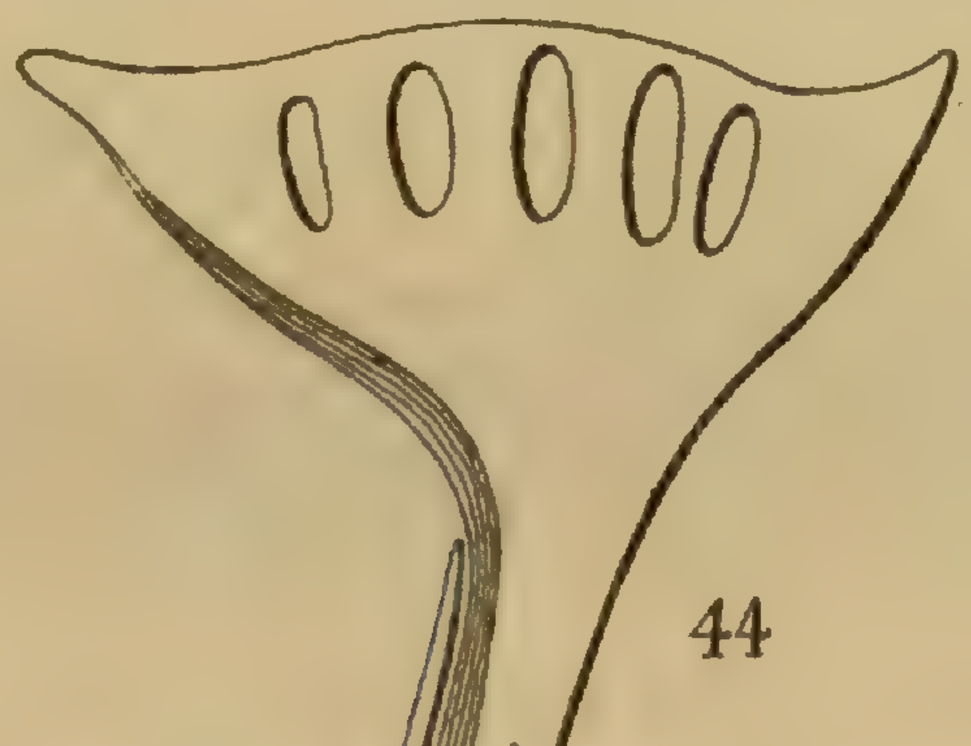


Fig. 44. — Coupe longitudinale schématique du disque du *Preissia*, passant par l'un des sillons pédonculaires. Gr. 15.

sont disposées suivant quatre séries en éventail placées au-dessus de chacune des régions pilifères.

En somme les poils absorbants naissent sous la plus

grande partie de la face inférieure de l'androecie et l'alimentation est uniquement directe.

2° Type *Marchantia*. — L'appareil mâle du *Marchantia* présente huit lobes arrondis, situés quatre par quatre de chaque côté du plan de symétrie et renfermant les anthéridies disposées suivant huit rangées rayonnantes. Toute la face inférieure du disque (sauf cependant une petite partie de sa région antérieure) donne naissance à de nombreux poils absorbants qui forment huit faisceaux placés exactement sous chacun des lobes et recouverts par des écailles

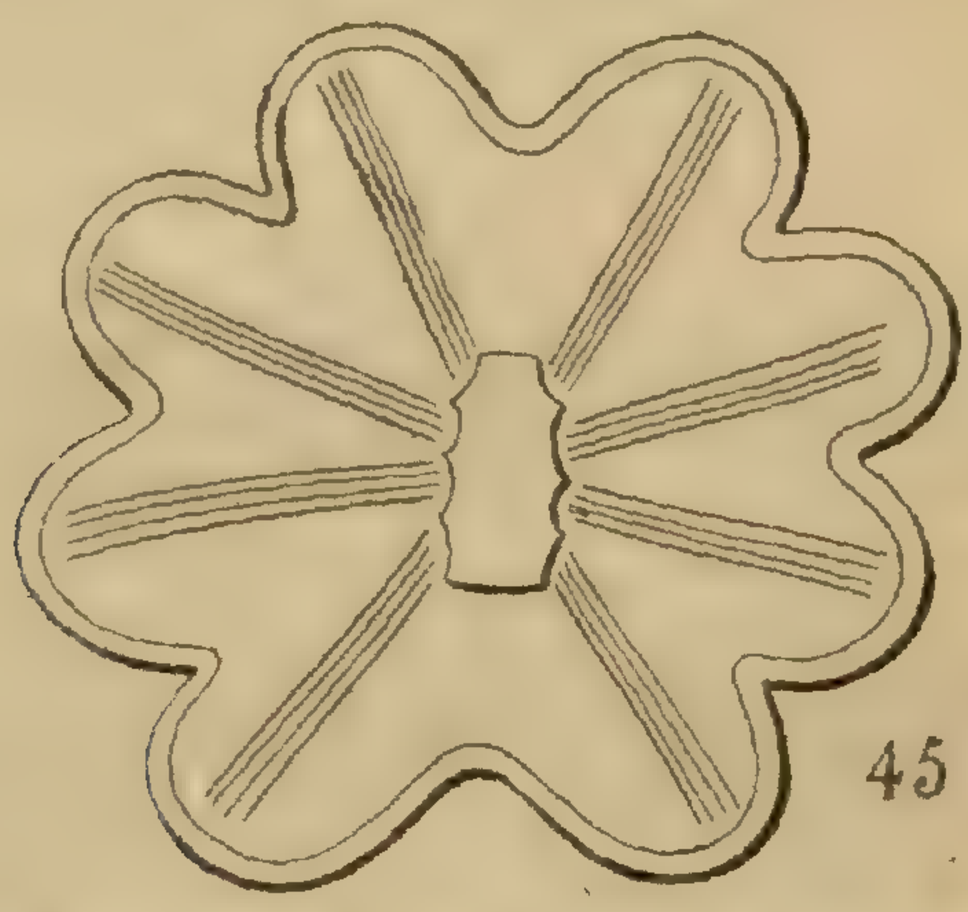


Fig. 45. – Diagramme montrant la disposition des faisceaux de poils absorbants dans le disque mâle du *Marchantia*. Gr. 15.

protectrices. Le pédoncule s'élargit à sa partie supérieure et ses sillons se divisent deux fois tout en s'ouvrant largement. On a ainsi huit sillons par où cheminent les huit faisceaux de rhizoïdes (fig. 45 ; Pl. 32, phot. II et III). Comme dans les autres cas d'alimentation directe déjà étudiés, une partie seulement de ces poils absorbants descend jusqu'au sol, les autres restant au contact des premiers.

Alors que le *Preissia* montrait quatre sillons et quatre régions pilifères sous son disque, il y en a huit sous celui du *Marchantia* dont l'appareil mâle doit, au même titre que l'appareil femelle, être considéré comme un double appareil de *Preissia*.

III. Expériences mettant en évidence le rôle de ces dispositifs d'absorption.

Dans une première série d'expériences, le substratum de cultures du *Marchantia polymorpha* mâle et femelle et du *Reboulia occidentalis* était arrosé avec une solution aqueuse d'éosine, en évitant soigneusement de mouiller les plantes. Peu de temps après cet arrosage, des coupes permettaient de constater la présence de l'éosine dans les poils absorbants des sillons et des cavités pilifères. Ces dispositifs servent donc bien à absorber l'eau.

Une deuxième série d'expériences m'a permis de mettre en évidence l'utilité de ce mode d'alimentation. D'une part, des tubes à essai étaient remplis, jusqu'à quelques centimètres des bords, de la solution nutritive des frères Marchal (1) et recouverts de coton de verre. D'autre part, il est facile de détacher délicatement du thalle les capitules et les disques en brisant le pédoncule dans sa partie inférieure et d'arracher en même temps le ou les faisceaux de rhizoïdes qui s'enfoncent dans le sol. Les appareils mâles et femelles ainsi détachés du thalle étaient placés sur le coton de verre, les poils absorbants plongeant *seuls* dans le liquide nutritif. J'ai pu ainsi faire vivre ces appareils pendant plus de quinze jours sans que les nouvelles conditions de vie influent sur la suite de leur développement : les sporogones sont parfaitement venus à maturité.

Par contre, les capitules du même *Marchantia*, placés dans les mêmes conditions, l'extrémité du pédoncule plongeant dans la solution nutritive, mais après que les faisceaux de rhizoïdes aient été arrachés, étaient rapidement flétris.

Le fonctionnement de ces dispositifs est en somme fort simple et tout à fait comparable à celui d'une masse de coton

(1) Marchal El. et Em. Recherches expérimentales sur la sexualité des spores chez les Mousses dioïques (*Mém. cour. par Cl. Sc. Ac. Roy. de Belgique*, 2 séries, T. 1, 1906).

en relation avec une mèche plongeant dans le liquide qui imbibe l'ensemble.

On comprend donc quelle est la supériorité des Marchantiées possédant un dispositif d'absorption de l'eau sur celles qui n'en ont pas. Aussi peut-on voir, dans la nature, ces dernières remédier à cette imperfection en allongeant peu ou très tardivement le pédoncule de leur chapeau. En effet, celui des *Plagiochasma* et des *Clevea* reste toujours très court, en particulier dans certaines espèces comme le *Clevea Rousseliana*. Le *Lunularia* dont le pédoncule du chapeau, dépourvu également de sillon, est relativement long, ne l'allonge guère avant que les spores ne soient mûres.

Les capitules des Marchantiées, pourvus d'un appareil d'absorption de l'eau sont toujours longuement pédonculés et il est fort intéressant de remarquer que l'allongement du pédoncule est très tardif chez celles qui ne possèdent qu'un dispositif assez imparfait. L'exemple connu du *Fegatella* est des plus nets : on peut voir des capitules subsessiles ayant crevé le thalle qui les enveloppait et renfermant des sporogones complètement mûrs ; le pédoncule ne s'allonge qu'au dernier moment et très rapidement, dans le but de faciliter la dissémination des spores.

Par contre, lorsque le dispositif d'absorption est manifestement très perfectionné, par exemple dans le *Marchantia polymorpha*, le capitule est déjà porté par un long pédoncule alors qu'il est encore très jeune et que les sporogones sont loin d'être développés.

En résumé, les appareils mâles ont une organisation plus simple que celle des appareils femelles dont nous avons pu suivre les différents degrés de complication depuis les capitules réduits aux involucres soudés des *Clevea*, *Lunularia*, *Sauteria* et *Peltolepis* jusqu'à ceux des *Fegatella*, *Reboulia*, *Preissia* et *Marchantia*. Nous avons vu en même temps se perfectionner le dispositif d'absorption de l'eau dans la série du *Fegatella* au *Marchantia*.

Tous ces appareils ont une *symétrie bilatérale* bien qu'à première vue on puisse croire que certains d'entre eux possèdent une symétrie axiale. C'est là un fait intéressant à noter puisque, comme je vais maintenant le démontrer, les disques mâles pédonculés et les capitules femelles sont constitués par les bifurcations successives d'un même thalle qui, lui-même, présente une symétrie bilatérale.

CHAPITRE IV

INTERPRÉTATION
DES APPAREILS MALES ET FEMELLES

Leitgeb (1 et 2) a émis le premier l'idée que le capitule femelle et le disque mâle d'un certain nombre de Marchantiées étaient formés par un *Zweigsystem*, c'est-à-dire par un système de ramifications, autrement dit par la soudure des ramifications d'un thalle, et tous les hépaticologues ont accepté ses idées. Voici quels sont les deux principes essentiels de la théorie de cet auteur :

1° Un capitule est formé par la concrescence de plusieurs ramifications de thalle lorsqu'il renferme des archégones groupés par places et disposés en séries centripètes : Leitgeb a même réduit son principe aux archégones groupés par places.

2° Un disque mâle est constitué par plusieurs thalles soudés entre eux lorsque les anthéridies sont disposées en séries centrifuges.

Leitgeb a utilisé ces principes pour établir sa classification des Marchantiées qui est encore adoptée par tous les auteurs. Il a réuni dans le groupe des *Compositæ* celles dont les capitules femelles ou les disques mâles sont formés par plusieurs thalles. Ce sont les *Lunularia*, *Fegatella*, *Dumortiera*, *Preissia* et *Marchantia*. Toutes les autres possèdent, d'après lui, des appareils mâles et femelles formés

(1) Leitgeb H. Die Inflorescenzen der Marchantiaceen (*Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.*, Bd. LXXXI, 1 Abt., 1880).

(2) Leitgeb H. *loc. cit.*

d'un seul thalle : c'est la raison pour laquelle Müller (1) les a plus tard réunies sous le nom de *Simplices* opposé à celui de *Compositæ*.

Dans un récent travail sur le capitule du *Marchantia polymorpha*, Ch. Douin (2) a montré que si les idées de Leitgeb étaient partiellement exactes, il n'en était plus de même de ses explications et aussi à quelles difficultés donnait lieu l'application des principes du même auteur qui n'a pu arriver à justifier ses dires. Ainsi, il a dû faire appel à des hypothèses embarrassées pour classer le *Peltolepis grandis* dans les *Simplices* malgré son chapeau à pédoncule creusé de deux sillons, et pour donner les raisons de la disposition tangentielle des sporogones dans le capitule du *Preissia*.

Comme le fait justement remarquer Ch. Douin, on ne saisit pas pourquoi le capitule du *Lunularia* serait formé de plusieurs thalles, tandis que celui du *Sauteria* qui en est très voisin ne serait constitué que par un seul, pourquoi le *Corbierella*, qui est la plus inférieure des Marchantiées par son appareil femelle subsessile, l'absence de sillon pédonculaire, la disposition des poils absorbants dispersés à la partie inférieure du disque femelle, serait — d'après les principes de Leitgeb — une Compositée alors que le *Grimaldia*, dont l'organisation est bien plus élevée, serait une Simplice.

Le *Fegatella* serait une Compositée à cause de son disque mâle. Or, j'ai montré (Voy. chap. II) que c'était à tort que Leitgeb (3), puis Cavers (4) et Bolleter (5) avaient cru que les anthéridies étaient disposées sur le disque en séries centrifuges, mais qu'elles étaient en fait disposées régulièrement et de plus en plus jeunes en allant vers le sommet du thalle où s'est formée cette androœcie.

En réalité, Leitgeb a tiré les principes de sa théorie de

(1) Müller K. *loc. cit.*
(2) Douin Ch. *loc. cit.*
(3) Leitger H. *loc. cit.*
(4) Cavers F. *loc. cit.*
(5) Bolleter E. *loc cit.*

l'étude du *Marchantia polymorpha*, espèce dans laquelle les archégones sont effectivement groupés par places et les anthéridies disposées en séries centrifuges, mais lorsqu'il a voulu appliquer ces principes aux autres Marchantiées, il s'est heurté à des difficultés insurmontables et a souvent été amené à des conclusions erronées qui, cependant, ont été admises par Schiffner, Müller, Massalongo et tout récemment par Casarès Gil.

Gœbel (1) a apporté peu d'éclaircissements à la question et semble s'en tenir aux idées de Leitgeb. Il dit seulement à propos du *Marchantia polymorpha* que le pédoncule et les rayons du capitule ne sont autre chose que des portions de thalles repliées sur elles-mêmes.

Campbell a montré que le *Fimbriaria californica* Hampe (ses archégones sont groupés par places) avait un capitule composé et, plus récemment encore, Cavers (2) dans son étude sur le *Fegatella* considère, à juste titre, le capitule femelle comme un thalle plusieurs fois bifurqué. Il émet, en outre, l'idée que *les appareils femelles de toutes les Marchantiées sont constitués par un tel système de thalles, à l'exception toutefois de ceux du* Clevea *et du* Plagiochasma *qu'il considère comme* « simple dorsal outgrowth ».

I. Principes relatifs à l'interprétation des appareils mâles et femelles.

Si on admet qu'un capitule femelle ou un disque mâle est composé de plusieurs thalles, il faut absolument mettre en évidence l'existence de ceux-ci et montrer où se font les bifurcations successives par lesquelles un premier thalle a pu leur donner naissance. C'est ce que je me suis proposé de faire dans l'interprétation des appareils mâles et des appareils femelles, interprétation qui repose sur des faits indiscutables.

(1) Goebel K. Zur vergleichenden Anatomie der Marchantiaceen (*Arbeit des bot. Instituts in Würzburg*, S. 529, 1882).

(2) Cavers F. *loc. cit.*

1° Un thalle est formé, comme je l'ai indiqué dans le chapitre I. par une partie pleine, solide, la nervure, de part et d'autre de laquelle se trouvent les ailes ; à la partie supérieure du thalle sont des chambres aérifères avec leurs stomates et en dessous se trouvent deux sortes d'organes : des poils absorbants et des écailles protectrices disposées régulièrement de chaque côté du plan de symétrie ; les écailles présentent une languette qui se redresse au fond du sinus terminal de manière à recouvrir le point végétatif.

Chaque fois qu'on sera en présence de ces organes, on pourra dire qu'on a affaire à un thalle.

2° Un thalle se développe normalement par bifurcations successives et cela indéfiniment si les circonstances extérieures le lui permettent ; il est facile de constater que certaines ramifications continuent à se bifurquer pendant que d'autres, au contraire, s'arrêtent dans leur développement. L'examen de la face inférieure du thalle et des rangées d'écailles permet de reconnaître facilement un début de bifurcation à ce que ces dernières sont en nombre double.

On peut observer directement et très facilement ces thalles et ces bifurcations dans certains disques mâles et capitules femelles, en particulier dans ceux du *Marchantia polymorpha*. Le disque mâle de ce dernier montre nettement sous sa face inférieure les rangées d'écailles et les poils absorbants caractéristiques. Le capitule femelle présente normalement neuf rayons, mais on peut fréquemment en rencontrer dix, onze et même encore davantage. Ces rayons supplémentaires sont dus à des bifurcations secondaires et sont souvent repoussés en dessous du capitule.

Le *Sauteria*, le *Peltolepis* offrent dans leur chapeau femelle des involucres bifurqués et souvent plusieurs de ces involucres restent rudimentaires.

3° Toute tige ou toute ramification de thalle d'Hépatique qui va fructifiér se termine par un seul involucre renfermant un et souvent plusieurs archégones : mais en aucun cas, on

ne trouve plusieurs involucres groupés au sommet d'une même tige ou d'un même thalle. Dans le cas d'archégones groupés, ceux-ci se développent l'un après l'autre ; le premier développé étant généralement le premier fécondé, son sporogone se trouve aussi être le plus avancé, mais cette règle n'est ni générale, ni absolue. Ce n'est d'ailleurs qu'exceptionnellement que plusieurs archégones peuvent s'accroître et donner des sporogones (*Marchantia, Preissia*), lorsqu'un accroissement intercalaire les écarte les uns des autres et leur permet de se développer. Dans la majorité des cas, un seul archégone arrive à maturité, mais il n'est pas rare d'en trouver deux dans les autres genres (*Reboulia, Grimaldia, Fimbriaria*, etc.). Je dois cependant reconnaître que l'involucre des *Lunularia* et *Corbierella* renferme assez souvent deux sporogones.

Il y aura donc plusieurs thalles dans le capitule lorsqu'il y aura plusieurs places à archégones, peu importe que ces places renferment chacune un ou plusieurs archégones.

II. Interprétation des appareils mâles.

A ce sujet, j'ai distingué plusieurs types d'androecies. Ce sont :

1° Type *Cleveu*. — Les *Cleveu* et *Sauteria* ont leurs anthéridies dispersées sur la partie médiane du thalle : elles se développent en même temps que celui-ci et les plus jeunes se trouvent au voisinage du point végétatif alors que plus loin sur le thalle, on peut en trouver qui sont déjà complètement formées : chaque anthéridie est enveloppée d'un involucre qui s'ouvre à la surface du thalle par un petit ostiole plus ou moins saillant et ces involucres sont séparés par du tissu stérile.

Ce type d'androecie est celui que l'on rencontre dans les *Riccia* et c'est indiscutablement le plus inférieur. Lorsque le thalle ne produit plus d'anthéridies, s'il ne donne pas d'ap-

pareil femelle, il continue à s'allonger et à se développer normalement.

2° Type *Grimaldia*. — Dans certains genres comme le *Grimaldia* et l'*Exormotheca*, les anthéridies sont groupées en une région quelque peu différenciée et plus ou moins allongée formant l'androœcie. Celle-ci est nettement individualisée et parfois séparée du thalle stérile par une petite rainure périphérique; elle est quelquefois aussi protégée par de petites écailles. On peut, comme dans le type précédent, voir que les anthéridies sont de plus en plus jeunes à mesure qu'on approche de l'extrémité du thalle.

3° Type *Plagiochasma*. — L'androœcie du *Plagiochasma* présente une forme définie et limitée, grossit en même temps que le thalle s'allonge et les anthéridies sont de plus en plus âgées à mesure qu'on s'éloigne du point végétatif. A ce type se rattachent les androœcies du *Reboulia* et du *Peltolepis*.

Dans le type *Plagiochasma*, comme dans le type *Grimaldia*, *les androœcies ne forment qu'une partie du thalle stérile*.

4° Type *Lunularia*. — Le *Lunularia* possède des disques mâles bien différenciés, rejetés de chaque côté du thalle, alternativement à droite et à gauche. Les anthéridies les plus jeunes sont encore à l'extrémité du disque vers le sommet du thalle. Ici, *l'androœcie est constituée par un thalle spécial, mais unique* et l'examen de sa face inférieure en apporte une preuve décisive : on voit en effet insérées sur celle-ci deux séries d'écailles disposées de part et d'autre du plan de symétrie comme sous le thalle stérile : ces écailles sont d'ailleurs beaucoup plus petites et bien différentes de celles du thalle stérile.

A ce type se ramène le disque mâle du *Fegatella* dont j'ai déjà eu l'occasion de parler au début de ce chapitre. Là encore les écailles sont disposées comme celles du thalle ; il n'en serait pas de même si le disque était constitué par plusieurs ramifications : on observerait alors autant de doubles séries d'écailles que de branches de thalle.

5° Type *Preissia*. — Nous avons vu qu'un thalle développait en dessous tout le long de sa partie moyenne des radicules et des écailles protectrices. Le pédoncule de l'appareil mâle du *Preissia*, possédant à sa partie ventrale deux conduits remplis de radicules, doit donc être considéré comme formé par deux thalles accolés et soudés provenant de la bifurcation (bifurcation soudée) d'un thalle primitif dont j'ai montré l'origine (Voy. chap. II). Cela est d'autant plus vrai qu'en examinant la partie antérieure du pédoncule, on y trouve des chambres aérifères et souvent des stomates. Il est facile en observant la partie postérieure d'un de ces appareils mâles de suivre ces thalles-pédoncule et de les voir se bifurquer chacun une fois à la naissance du disque en donnant les quatre régions pilifères. De plus, les anthéridies sont disposées suivant quatre rangées correspondant à ces quatre régions et les plus jeunes se trouvent à l'extrémité des ramifications du disque qui nous apparaît ainsi comme *formé par quatre thalles* en éventail.

6° Type *Marchantia*. — L'appareil mâle du *Marchantia* est assez semblable au précédent malgré la différence d'aspect qu'ils peuvent offrir au premier abord. Toutefois les deux thalles pédonculaires, au lieu de se bifurquer une fois seulement, se bifurquent deux fois pour constituer le disque qui présente normalement huit divisions très nettes, montrant en dessous des poils absorbants recouverts par des écailles : en outre, ces huit thalles sont rayonnants et non en éventail.

On peut donc dire que le disque mâle du *Marchantia* est *constitué par huit thalles soudés* et l'équivalent de deux disques du *Preissia*.

Souvent certains échantillons ne présentent que quatre divisions, indiquant qu'il y a eu une bifurcation en moins. Ces disques sont donc, comme ceux du *Preissia*, formés par quatre thalles soudés.

III. Interprétation des appareils femelles.

Dans cette partie de mon travail, j'ai considéré successivement deux groupes bien distincts : les Marchantiées non sillonnées, c'est-à-dire celles dont le capitule est porté par un pédoncule plein et les Marchantiées sillonnées dont le pédoncule du chapeau est creusé de un ou deux sillons (M. unisillonnées et M. bisillonnées).

A. — Marchantiées non sillonnées.

Ces Marchantiées ne renferment que les trois genres *Lunularia*, *Clevea* et *Plagiochasma*. J'ai indiqué dans l'historique de ce chapitre que , aussi bien d'après Leitgeb que d'après Cavers, le capitule du *Lunularia* était composé de plusieurs thalles. C'est là un fait exact, mais la raison n'est pas du tout celle que donne Leitgeb. En effet le capitule femelle du *Lunularia* montre bien quatre groupes d'archégones, mais ces groupes ne sont pas comparables à ceux du *Marchantia* : les archégones restent serrés les uns contre les autres et généralement un seul, assez souvent deux arrivent à maturité.

J'ai fait remarquer que tout involucre terminait une ramification. C'est la véritable raison pour laquelle le chapeau femelle du *Lunularia* doit être considéré comme formé par quatre thalles. Le thalle pédoncule se bifurque deux fois successivement à son sommet donnant les quatre thalles rudimentaires qui se terminent chacun par un involucre.

Tous les faits que je viens d'exposer obligent absolument à interpréter de la même façon, d'après les mêmes principes, les capitules du *Clevea* et du *Plagiochasma*.

Dans le *Clevea*, le thalle qui donne naissance au chapeau se bifurque deux fois comme dans le *Lunularia* pour développer normalement quatre involucres.

Chez le *Plagiochasma*, on n'observe normalement qu'une seule bifurcation : le capitule n'est constitué que par deux

involucres et assez souvent une des ramifications avorte ; mais on peut aussi trouver des capitules à trois ou quatre involucres.

En résumé, *le capitule des Marchantiées non sillonnées se compose toujours d'un thalle une ou deux fois bifurqué.*

B. — Marchantiées sillonnées.

a) *Marchantiées unisillonnées.*

Dans toutes ces Marchantiées, le pédoncule montre nettement la structure d'un thalle telle que je l'ai définie. Il représente donc un seul thalle qui se bifurque dans le capitule et chacune des ramifications se termine par un archégone ou un groupe d'archégones. Il y a lieu de distinguer les trois types suivants.

1° Type *Fegatella*. — Le thalle-pédoncule se bifurque trois fois à son sommet, ce qui donne huit thalles terminés chacun par un archégone ; de la base de chacun des archégones naît une pousse subflorale se développant solidairement avec le thalle correspondant, ce qui fait que le capitule du *Fegatella* est *formé de seize thalles.*

Cette assertion est justifiée par ce fait que *les sporogones sont complètement inclus dans le capitule qui forme les involucres*, ce qui serait impossible s'il n'y avait que des bifurcations successives. En effet, la partie interne du capitule présente une structure de thalle comme la partie externe, avec cette différence que cette dernière porte des chambres aérifères avec stomates composés, tandis que l'autre donne des poils absorbants, ce qui d'ailleurs est très naturel : les poils absorbants sont en effet fonction d'un support humide, tandis que les chambres aérifères sont fonction de l'air et de la lumière.

A ce type se rattachent l'*Exormotheca* et le *Corbierella* qui en diffèrent seulement parce que le pédoncule de leur chapeau ne se bifurque qu'une fois avec une pousse subflorale pour chaque branche.

2° Type *Sauteria*. — Dans le *Sauteria*, le thalle-pédoncule se bifurque deux ou trois fois à son extrémité pour former jusqu'à huit thalles au sommet desquels naissent les archégones : il pourra y avoir jusqu'à huit sporogones autour desquels se développent les involucres dont la juxtaposition constitue le capitule. Très souvent, comme dans beaucoup d'autres genres, il ne se développe que quelques-uns de ces huit thalles ; il est d'ailleurs toujours facile de distinguer à la partie supérieure du capitule les bifurcations.

3° Type des *autres Marchantiées unisillonnées*. — Les deux ou trois bifurcations successives du pédoncule donnent jusqu'à huit thalles qui, en s'allongeant, rejettent en dessous les archégones.

b) Marchantiées bisillonnées.

1° Type *Peltolepis*. — Le capitule présente ordinairement de quatre à huit involucres. Suivant le principe énoncé précédemment, il sera formé de quatre à huit thalles et normalement, il devrait y avoir quatre ou huit involucres indiquant deux ou trois bifurcations successives. Mais là aussi, certains involucres restent rudimentaires, ce qui détruit la symétrie du capitule.

Dans le chapeau femelle du *Peltolepis*, la première bifurcation a lieu à la base du pédoncule, qui est formé de deux thalles soudés longitudinalement comme le prouve la présence des deux sillons remplis de poils absorbants. Il en est de même dans toutes les Marchantiées bisillonnées et cela aurait dû suffire à Leitgeb pour ne pas classer le *Peltolepis* dans les *Simplices* ; mais devant le fait que les archégones sont *isolés* chacun dans un involucre, au lieu d'être *groupés*, il a négligé le caractère très important des sillons et déclaré, à tort, ce genre anormal. En effet, d'après Leitgeb, un des thalles-pédoncule avorte ; s'il en était ainsi, les poils absorbants de tout le capitule se rendraient dans

un seul sillon : or, la photographie II de la planche 27 montre clairement que les rhizoïdes de la moitié droite du capitule se rendent dans le sillon droit du pédoncule et ceux de la moitié gauche dans le sillon gauche. La deuxième bifurcation a lieu au sommet du pédoncule et la troisième se fait un peu plus loin, comme on le voit à la partie supérieure du capitule réduit aux involucres juxtaposés.

2° Type *Preissia*. — J'ai expliqué le disque mâle du *Preissia* par la soudure de quatre ramifications de thalle provenant de la bifurcation des deux thalles-pédoncule.

A première vue, on reconnaît que l'appareil femelle, par sa position à l'extrémité des ramifications du thalle et par son pédoncule bisillonné, est à peu près homologue de l'appareil mâle. On est tout d'abord amené à supposer qu'il est formé par quatre thalles. En effet le capitule présente quatre rayons renfermant les poils absorbants et quatre lobes intermédiaires protégeant chacun un involucre. Voici quelles sont les bifurcations successives qui donnent ce capitule : les deux thalles pédonculaires se bifurquent une fois, ce qui donne les quatre lobes sous lesquels se trouvent rejetés les involucres. Chacun de ces quatre thalles se ramifie à nouveau par une *bifurcation contrariée* et les huit branches ainsi formées se soudent deux à deux, la branche droite issue d'un thalle avec la branche gauche née du thalle voisin. On voit ici une différence morphologique très nette entre les lobes et les rayons : les premiers sont formés d'un seul thalle et les seconds par deux thalles soulés ; j'ai indiqué précédemment une différence fonctionnelle : les lobes protégeant les involucres, les rayons renfermant les poils absorbants. L'existence de chacun des deux thalles soudés constituant un rayon est démontrée par les faisceaux de rhizoïdes : j'ai montré en effet *la présence dans chaque rayon de deux faisceaux de poils absorbants se rendant dans deux sillons différents*, ce qui est la preuve indiscutable qu'ils appartiennent à deux thalles différents.

Le capitule du *Preissia* est donc *formé de huit thalles* qui proviennent de trois bifurcations successives, la dernière étant une bifurcation contrariée.

3° Type *Marchantia*. — Dans le chapeau femelle du *Marchantia polymorpha*, les deux thalles-pédoncule se bifurquent trois fois. Normalement le capitule possède neuf rayons ; entre ces rayons, excepté entre les deux rayons antérieurs se trouvent les involucres qui sont ainsi au nombre de huit et placés par moitié de chaque côté du plan de symétrie. Ils nous indiquent bien la présence de huit ramifications de thalle terminées chacune par un groupe d'archégones.

Chacun des huit thalles considérés donne à son tour naissance — comme ceux du chapeau femelle du *Preissia* — à une bifurcation contrariée par le développement des archégones, dont chaque branche se soude à la branche la plus proche de la bifurcation contrariée voisine qui se produit en même temps ; toutefois, les deux ramifications antérieures restent isolées et indiquent ainsi la place du plan de symétrie du chapeau par l'absence d'involucre entre elles. Ces ramifications sont, comme je l'ai exposé, des *demi-rayons* et renferment chacune *un seul faisceau de poils absorbants*, alors que les sept autres en contiennent deux, ce qui prouve bien qu'ils sont formés de deux thalles soudés. Ces deux rayons antérieurs ne sont pas produits, ainsi que l'affirme Leitgeb, par la bifurcation d'un même thalle attendu que *les deux faisceaux de rhizoïdes s'en vont, l'un dans le sillon droit du pédoncule, l'autre dans le sillon gauche* ; ce fait constitue une preuve irréfutable

Il y a donc dans le capitule du *Marchantia* seize faisceaux de poils absorbants indiquant la présence de *seize thalles* provenant des quatre bifurcations successives d'un même thalle. La première a lieu dès la base du pédoncule, la deuxième et la troisième se font à son extremité pour former la partie non divisée du capitule, la quatrième à la péri-

phérie de cette dernière pour donner les rayons. Parfois une bifurcation anormale vient encore s'intercaler entre la troisième et la quatrième : certaines des huit ramifications fructifères se bifurquent et on a ainsi des capitules anormaux à dix, onze et même douze rayons.

Il résulte donc des faits que je viens d'exposer que *le capitule femelle de toutes les Marchantiées est* — contrairement aux idées actuelles — *toujours formé par la condensation des ramifications d'un thalle*, dont il est facile de retrouver les bifurcations successives.

En résumé le capitule le plus simple, celui du *Corbiella* est forme généralement de deux thalles soudés résultant d'une seule bifurcation ; il en est de même de celui du *Plagiochasma*. Celui des autres Marchantiées non sillonnées est formé par deux bifurcations successives, c'est-à-dire quatre thalles.

Dans les Marchantiées sillonnées, on peut reconnaître qu'il y a eu au cours du développement deux ou trois bifurcations successives et même quatre dans le *Marchantia polymorpha*, révélant l'existence de quatre, huit ou seize thalles dans leur capitule. Dans le *Fegatella* il y a aussi seize thalles, mais huit d'entre eux sont des pousses subflorales.

Seuls les disques mâles pédonculés sont véritablement homologues des chapeaux femelles et formés de plusieurs thalles, quatre pour celui du *Preissia*, huit pour celui du *Marchantia*.

Les androecies sessiles du *Lunularia* et du *Fegatella* sont formées par un seul thalle ; quant aux autres androecies sessiles, elles font partie intégrante du thalle stérile dont elles occupent seulement une partie différenciée.

On peut donc retrouver dans les disques et les capitules des Marchantiées la plupart des modes de ramification du thalle que j'ai exposés dans le chapitre I (bifurcations à branches égales et inégales, bifurcation soudée, bifurcation contrariée, pousse subflorale).

(à suivre.)

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

(suite)

Jusqu'à quel point l'Algue peut-elle être considérée comme un parasite du Champignon ? Des vues de cette nature apparaissent dans les travaux de Moreau, de Chodat et de ses élèves, de Waren.

Dans un mémoire récent et dans une série de notes qui en résument les faits principaux, sur les Peltigéracées, M. et Mme Moreau 13, 14, 15, 16, 16 bis, 17, 18) voient, dans les tubercules et les céphalodies, des sortes de galles, des algocécidies, dues à l'introduction accidentelle dans le thalle, par la face inférieure ou par la face supérieure, d'une Algue étrangère : sous l'influence de cette

(13) M. et Mme Moreau F. Sur la formation de tubercules chez un Lichen, le *Peltigera horizontalis* Hoffm. (*Bull. Soc. bot. de Fr.*, t. 62, p. 233-235, 1915).

(14) *Iid.* La signification biologique des céphalodies des Lichens. (*Ibid.*, t. 62, p. 249-250, 1915).

(15) *Iid.* L'évolution nucléaire et les phénomènes de la sexualité chez les Lichens du genre *Peltigera*. (*C.-R. Ac. Sc.*, t. 160, q. 526-528, 1915).

(16) *Iid.* Les phénomènes de la sexualité chez les Lichens du genre *Solorina*. (*Ibid.*, t. 162, p. 793-795, 1916).

(16 bis) *Iid.* La structure des Cyanophycées symbiotes des Peltigéracées. (*Bull Soc. bot. de Fr.*, t. 63, p. 27-30, 1916).

(17) *Iid.* La biomorphogénèse chez les Lichens. (*Bull. Soc. myc. de Fr.*, t. 34 p. 84-85, 1918).

(18) *Iid.* Recherches sur les Lichens de la famille des Peltigéracées. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 9e sér., t. 1, p. 29-138, 13 pl., 1919).

sorte de parasitisme, le Champignon réagit, en enveloppant l'Algue d'un cortex où l'Algue prisonnière finit par périr et se résorber. Cette formation accidentelle de pseudo-parenchyme leur donne à penser que le cortex normal de la face supérieure du Lichen est également dû à la réaction du Champignon en présence de la gonidie : ce serait donc un phénomène de biomorphose de même ordre que la tubérisation ; mais ici, la longue adaptation des deux êtres fait qu'ils luttent à armes égales et jouissent d'une immunité réciproque.

Les recherches effectuées par Chodat, Waren, etc. sur des gonidies en culture pure montrent, comme nous le verrons plus loin, que, du moins dans les conditions réalisées, les gonidies de nombreux Lichens acceptent et préfèrent même une nourriture organique : on peut en déduire une sorte de saprophytisme de l'Algue vis-à-vis du Champignon, dans le Lichen. Cette utilisation des substances organiques est d'ailleurs beaucoup plus grande chez les gonidies de Lichens humicoles tels que *Cladonia*, ou de Lichens corticoles tels que *Evernia*, que chez les gonidies de Lichens crustacés saxicoles, tels que certains *Verrucaria*, faits qui correspondraient bien aux nécessités physiologiques des uns et des autres, conditionnées par le substratum. Il est juste d'ajouter que cette sorte de saprophytisme n'est pas nécessairement la conséquence de l'association avec le Champignon : Beijerinck et Artari, entr'autres, avaient déjà montré que les Algues libres, correspondant aux gonidies, utilisaient fort bien les substances organiques telles que la peptone ; Chodat a constaté des faits identiques. La culture pure des Algues inférieures est difficile à réaliser ; elle est cependant, pour Chodat, la seule qui puisse conduire à des résultats certains : il en vient donc à se demander quelle est la valeur des expériences classiques de Bonnier, de Famintzine, etc., touchant la synthèse et l'analyse des Lichens, expériences faites dans un temps où on ne soupçonnait pas le mélange intime, dans une culture, de l'Algue symbiote et de nombreuses Algues épiphytes du même groupe, où la distinction des genres mêmes, *Protococcus*, *Pleurococcus*, *Cystococcus*, etc., était aussi confuse que possible. « Rien ne prouve, dit-il, que les Algues dont ils Famintzine et Baranetzky) font la description, soient réellement des gonidies des Lichens étudiés,... et qu'il ne se soit pas développé dans leur liquide, au cours de leurs expériences, un mélange de *Cystococcus* gonidie et de *Chlorococcum* (Algue libre) »:

la réalité de la production de zoospores par la vraie gonidie est ainsi mise en doute. A cette critique Famintzine (19) a répondu qu'il n'a pas réellement confondu, car, plusieurs fois, il a vu la sporulation d'éléments encore en relation avec les hyphes, donc de vraies gonidies.

Est-il possible, de l'ensemble de ces faits, en même temps que des faits anciens, de prendre position et d'établir un schema clair et général des relations des deux composants dans le Lichen? Fink (20) a tenté de le faire à l'aide des documents connus en 1913. Généralisant, avec Elenkine et Danilov, l'existence des « zones nécrales » et des « suçoirs intracellulaires », il se prononce pour un parasitisme plus ou moins mitigé. Il reconnait cependant que le parasitisme est surtout marqué chez les Lichens supérieurs, foliacés et frutescents, plus évolués que les Lichens crustacés ; dans tous les cas, il trouve impropres les termes de « consortium » et d' « individualisme » attribués aux relations des deux composants. Mais, si, comme le croit Mlle Mameli, les zones nécrales et les suçoirs intracellulaires sont loin d'être le cas général ; si, même chez les Lichens supérieurs, la physiologie de l'Algue *in situ* est semblable à ce qu'elle est dans les cultures artificielles de Chodat, peut-on vraiment regarder la notion de parasitisme pur et simple comme adéquate à tous les cas ? Peut-on nier, après les faits cités, que l'Algue emprunte au Champignon au moins une partie de sa nourriture minérale et même organique ? Ou bien faut-il réserver le nom de symbiose à une union où les deux composants donnent exactement autant qu'ils reçoivent ? Autant vaut alors supprimer la symbiose de la terminologie en biologie générale : c'est ce que fait d'ailleurs, à peu près, Warming, dans l'ouvrage cité plus haut où il ne semble retenir comme cas de symbiose, et encore douteux, que les mycorhizes.

Un autre mémoire de synthèse, publié par Fritsch (20 bis.), professeur à l'Université de Graz, conclut, à l'inverse de celui de Fink, à la symbiose mutualistique : le Lichen est un être double où chacun

(19) FAMINTZINE A. Beitrag zur Kenntnis der Zoosporen der Lichenen. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t. 32, p. 218-222, 1914).

(20) FINK B. The nature and classification of lichens : II. The lichen and its algal host. (*Mycologia*, t. 5, p. 97-166, 1913).

(20 bis.) FRITSCH K. Die Flechten als Doppelwesen. (*Mitt. d. Naturwiss. Ver. für Steiermark*, Bd. 47 (1910) p. 307-321, 1911).

des composants rend des services à l'autre ; mais le Champignon étant la partie principale, l'auteur pense que les Lichens doivent être rangés parmi les Champignons. Il pense aussi, toutefois, que la difficulté de rapporter les genres de Lichens à des genres de Champignons n'est pas résolue et ne le sera sans doute jamais, parce que l'adaptation à la vie symbiotique et l'évolution dans la symbiose ont fait apparaître de nouveaux genres et même de nouvelles familles.

Le cas des Lichens primitifs intéresse de près la question de la nature des Lichens en général. Miss Acton (21) range dans cette catégorie le *Botrydina vulgaris*, décrit d'abord par Brebisson et rangé par lui dans les Algues Nostochinées, tandis que de Toni le considère comme une propagule d'hépatique. La plante se rencontre dans les lieux ombrages humides, au milieu des mousses, formant de petits globules irréguliers d'un vert sombre, plus ou moins gélatineux, larges au plus d'un demi-millimètre, groupés en grande quantité jusqu'à recouvrir la mousse qui les supporte. Au microscope, on distingue des cellules vertes que l'auteur nomme *Coccomyxa ellipsoidea*, noyées dans un mucilage que parcourent des filaments incolores ; l'enveloppe est formée d'un pseudoparenchyme épaissi, incolore, en connexion, dans les globules jeunes, avec des filaments libres, analogues à des hyphes : les réactions colorantes montrent que l'enveloppe et les filaments sont de nature fongique. L'auteur n'a pas réussi ses essais de culture pure et de synthèse, les milieux de culture favorables à l'un des constituants étant défavorables à l'autre. On n'a jamais rencontré de fructifications, mais l'allure des hyphes fait ranger le Champignon dans la famille des Mucédinées, section des Hélicosporées. L'auteur considère donc le *Botrydina* comme un Lichen très simple. Cette conception admise, le *Botrydina*, outre sa simplicité, présenterait, comme particularité, d'avoir pour Champignon constituant un représentant d'une famille bien distincte du groupe qui fournit la grande majorité des Champignons lichéniques ; on sait, en effet, qu'en dehors des Ascosporés, les *Cora* et autres genres voisins, basidiosporés, sont les seuls à représenter les divers groupes de Champignons dans les Lichens ; l'existence de Lichens à Champignon Gastéromycète, défendue par

(21) Miss Acton E. *Botrydina vulgaris* Breb., a primitive Lichen. (*Ann. of Bot.*, t. 23, p. 579-585, 1 pl., 1909).

Massee, a été niée par Fischer et Patouillard qui ont reconnu, dans les prétendus Gastérolichens, de véritables Ascomycètes, et, dans l'Algue symbiote, par exemple, des hyphes épaissies, éléments du Champignon, dont le rôle n'est pas nettement défini. Coker a également décrit un *Clavaria*-lichen ; mais, d'après Zahlbruckner, ce fait demande de nouvelles preuves. La conviction de Miss Acton touchant le *Botrydina vulgaris* a également contre elle l'opinion de Wille (21 bis), qui ne cite pas le travail en question, mais qui dit expressément : « J'ai examiné plusieurs fois le *Botrydina* et j'ai pu constater que les formations décrites comme cellules polygonales incolores appartiennent seulement à l'enveloppe gélatineuse ». A cette opinion de Wille, il faut le reconnaître, correspond assez le fait que l'enveloppe de *Botrydina* est presque imperméable aux réactifs et que ni protoplasme ni noyaux n'y ont été mis en évidence : du moins, Miss Acton n'en décrit et n'en figure pas. West (Algæ. 1916, p. 141) accepte les conclusions de l'auteur dont il a guidé les recherches, et considère *Botrydina vulgaris* comme « le plus simple et probablement le plus primitif des Lichens ».

Mlle Rayss (22) a également annoncé un cas d'association entre un Champignon Hyphomycète et une Algue du type *Stichococcus* mais, depuis lors, cette déterminatien a été reconnue inexacte ; il s'agit, en réalité, d'un Lichen déjà connu, le *Coniocyhe furfuracea*. (Chodat in litt. et Letellier 28, p. 35).

Les Champignons parasites de Lichens ont fourni, naguère, à Zopf des exemples de « parasymbiose » ou de demi-lichens. J'ai cité plus haut de nouveaux cas de ce genre décrits par Tobler (11 ; en 1906. Kotte (23) élève de Zopf, en a signalé quelques autres tirés des *Abrothallus*. Il s'est attaché à mettre en lumière les relations existant entre les hyphes du Champignon étranger et les gonidies du Lichen. Le mycélium de ces *Abrothallus* n'avait jamais encore été suivi par personne : Tulasne croyait même qu'ils n'avaient pas de thalle. Le mycélium, mis en évidence par Kotte, est formé de fila-

(21 bis) Wille (dans Engler-Prantl : *Die natürl. Pflanzenreich*. Nachtr. zu I. Theil, 2 Abt. p. 38, 1911).

22) Mlle Rayss. Un cas inédit de symbiose chez un lichen de Salève. (*Bull. Soc. bot. de Genève*, 2e sér., t. 6, p. 85, 1914).

(23) Kotte I. Einige neue Falle von Nebensymbiose (Parasymbiose). Inaug. Diss., 24 p., 3 pl., Iena, 1909).

ments entrelacés, non ramifiés, à cellules allongées ; de ces cellules partent de courts éléments qui s'appliquent sur la paroi des Algues, de la même façon que les hyphes du Lichen lui-même : les Algues restent saines, vertes, sans changement de vitalité et de forme. Les hyphes d'*Abrothallus* n'ont pas de relation avec celles du Lichen, mais elles pénètrent dans les sorédies et les isidies Il ne s'agit donc pas d'un vrai parasitisme, mais d'un consortium, d'une « parasymbiose ». Du fait de la pénétration des sorédies, ce consortium peut, d'ailleurs, se perpétuer.

Si l'on veut tenir compte de tous les faits rapportés dans cette révision, il est difficile de voir, dans les Lichens, un groupe à limites nettement tranchées, et, à l'intérieur de ce groupe, une homogénéité complète dans le *modus vivendi* des deux composants. L'étude d'objets différents, la différence des méthodes d'observation ou de culture, avec la plasticité relativement grande d'une hyphe ou d'une Algue unicellulaire, suffisent pour expliquer la variété des conclusions et l'opposition des théories. Cette diversité de faits et d'opinions a du moins pour conséquence d'exciter l'intérêt et de laisser le champ libre à de nouvelles recherches.

II. Anatomie et physiologie : 1) l'Algue.

Une contribution importante à la connaissance de la gonidie est due à Chodat (24-25) et ses élèves : Korniloff, 26), Stabinska (27), Letellier (28) ; à Treboux (8) ; à Waren (29).

Chodat s'est acquis une grande et juste réputation dans l'étude des

(24) Chodat R. Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues. (Mémoire publié à l'occasion du jubilé de l'Université de Genève; couronné par la Société botanique allemande; 8°, 165 p., 21 pl. Genève, 1909).

25) *Id.* Monographies d'Algues en culture pure. Matériaux pour la Flore cryptogamique suisse; vol. 4, fasc. 2, 8°, 266 p., 9 pl. col., 201 fig. texte, 1913).

(26) Mlle Korniloff M. Expériences sur les gonidies des *Cladonia pyxidata* et *Cladonia furcata*. (Univ. de Genève, *Inst. de Bot.*, 8e sér., fasc. 8, 19 p., 1913).

27) Mlle Stabinska T. Recherches expérimentales sur la physiologie des gonidies du *Verrucaria nigrescens*. (Univ. de Genève. *Int. de Bot.*, ser. 8, fasc. 11, 26 p., 1914).

(28) Letellier. A. Etude de quelques gonidies de Lichens. Thèse, *ibid.*, 9e sér., fasc. 7. 47 p. 1 pl., 1917).

(29) Waren H. Reinkulturen von Flechtengonidien. (Akad. Abhandl. *Ofv. af Finska Vetenskaps-Soc. Forhandl.* Bd. 61, Afd. A, n° 14, 80 p., 9 pl., 1920).

Algues inférieures, où il applique la méthode des cultures pures. Tous les algologues savent quelles difficultés présente la détermination des Algues vertes unicellulaires et quelle confusion règne, dans la littérature algologique, entre les différents genres de ce groupe. La confusion provient, pour une part, de ce qu'en réalité, dans la nature, des espèces appartenant à plusieurs genres se trouvent intimement mêlées ; d'autre part, de ce qu'une même espèce présente un polymorphisme assez considérable suivant les conditions extérieures ; encore, de ce qu on n'a pas su tenir assez compte des caractères tirés du chloroleucite ou des pyrénoïdes, ainsi que l'allure de l'Algue vis-à-vis des différentes substances nutritives. L'observation directe peut rendre de grands services ; mais Chodat pense que les cultures pures seules, bien qu'on n'en puisse tirer des conclusions absolues, sont capables de donner des résultats positifs et certains. La réalisation d'une culture pure, c'est-à-dire d'une culture où l'Algue à étudier est pure de tout mélange, est chose difficile. De cette constatation Chodat, comme je l'ai dit plus haut, émet des doutes touchant la valeur scientifique des expériences faites jadis sur les gonidies des Lichens. Il réalise une culture pure de gonidie de la façon suivante : une portion de thalle, soigneusement lavée à l'eau stérilisée, est broyée dans un mortier de porcelaine ; l'émulsion ainsi obtenue est étudiée au microscope et on se rend compte du nombre approximatif de germes contenus dans une goutte ; puis on dilue de façon à n'avoir qu'une gonidie ou que quelques gonidies par goutte ; on ensemence sur l'agar-Detmer, dans des vases d'Erlenmayer de 100 cc. ; les premières colonies apparaissent après trois ou quatre semaines. Ces colonies sont loin de représenter toutes la gonidie à étudier ; outre les Bactéries et les moisissures inévitables, il se développe de nombreuses Algues épiphytes ; « neuf fois sur dix, on n'obtient que des organismes étrangers à la symbiose des Lichens». Il faut donc vérifier attentivement la nature de ces organismes et recourir à la comparaison avec la gonidie *in situ*. L'assimilation faite, on réensemence sur agar-Detmer glucosé ; au bout de trois semaines, les nouvelles colonies sont assez grandes pour être soumises aux expériences. Dans le premier des ouvrages cités, Chodat étudie une seule gonidie, extraite de *Solorina* ; d'abord prise pour un *Stichococcus*, elle a été attribuée ensuite au genre *Coccomyxa* ; la même Algue à l'état libre a été également extraite des

eaux croupissantes du bord du lac de Genève : dans les cultures pures, cette Algue, à l'encontre de nombreuses autres Algues unicellulaires, s'est montrée, pendant de longues années, et sur des substratums très variés, extrêmement peu polymorphe. Une grosse portion du second ouvrage est consacrée à des gonidies de Lichens et à quelques Algues libres proches parentes. 1° Gonidies de *Cladonia*. 6 espèces de *Cladonia* ont été étudiées : *Cl. rangiferina* (L.), *endiviæfolia* Dicks. , *fimbriata* (L.), *pyxidata* (L.), *vermicularis* (Swartz), *furcata* Ach. Les gonidies de ces différents *Cladonia* appartiennent au genre *Cystococcus* et le seul examen microscopique ne permet pas d'y voir autre chose qu'une même espèce : *Cystococcus Cladoniæ*. Il n'en va pas de même avec les gonidies en culture pure : d'un échantillon de *Cl. fimbriata*, Chodat a obtenu une gonidie d'aspect particulièrement irrégulier et formant des colonies d'allure notablement différente : il en fait une espèce à part : *Cyst. irregularis*. Les gonidies de *Cl. pyxidata* et *Cl. furcata*, étudiées en collaboration avec Mlle Korniloff, paraissent identiques sous le microscope, mais elles manifestent quelques différences dans les cultures : par ex. sur gélatine sucrée, la gonidie de *Cl. furcata* croît plus vite et a une couleur plus verte que la gonidie de *Cl. pyxidata* ; les différences s'atténuent jusqu'à disparaître, avec le temps, dans les cultures ; mais elles réapparaissent à chaque nouvel ensemencement ; Chodat y voit donc deux variétés d'une même espèce : *Cystococcus Cladoniæ furcatæ* et *Cyst. Clad. pyxidatæ*. D'autre part, un autre échantillon de *Cladonia pyxidata* a donné des gonidies d'aspect un peu différent : l'auteur pense qu'il y a, probablement, plusieurs espèces élémentaires de gonidies de ce type. Par ailleurs il a obtenu des cultures pures d'autres *Cystococcus* libres, épiphytes de Lichens, par ex. : l'un qu'il appelle *Cyst. cohærens*, à cause de l'allure compacte des cultures ; l'autre *Cyst. maximus*, remarquable par la grosseur de ses cellules. Jusqu'où doit aller la segmentation des *Cystococcus*-gonidies en espèces ou en races ? ; à quel point cette différenciation correspond-elle à une variation dans la nature du consortium ? ; les nombreux Lichens à *Cystococcus* peuvent-ils indifféremment utiliser ces différentes variétés comme gonidies ? Autant de questions que l'auteur ne fait qu'amorcer et qui sont d'importance pour l'histoire ancienne et future de la lichénologie. Au point de vue physiologique, les cultures de gonidies de *Cladonia* ont donné des résultats intéres-

sants. Les gonidies de *Cladonia furcata* et *pyxidata* croissent très lentement sur les milieux agarisés sans sucre ; au contraire, l'addition de sucre accélère considérablement la vitesse de croissance, quoiqu'à un degré différent d'après les différents sucres, la valeur nutritive suivant l'ordre : glucose, galactose, saccharose, maltose ; l'utilisation des deux premiers sucres est très différente à l'obscurité et à la lumière, elle est presque identique pour les deux autres. L'addition d'acides organiques ne peut remplacer le glucose, cependant ces acides sont légèrement utilisés à l'obscurité. Une substance azotée, minérale (nitrates, nitrites) ou organique (glycocolle, peptone), en l'absence de substances hydrocarbonées, ne suffit pas à donner un développement rapide et à fournir le carbone nécessaire ; au contraire, accompagnés par le glucose, le glycocolle et la peptone produisent un développement rapide ; à l'obscurité, le développement est de moitié moins fort. Dans les cultures sur gélatine, celle-ci est fortement liquéfiée, surtout à la lumière. Le nitrate de potassium produit un développement quatre fois moindre que la peptone, même à la lumière. Le nitrite de potassium empêche le développement à la lumière, et, à dose un peu élevée (0,4 %), tue la colonie ; à l'obscurité, au contraire, la colonie se développe un peu. Donc, dans les cultures, les gonidies en question se comportent comme des saprophytes, de même, d'ailleurs, que la majorité des Algues cultivées ; faut-il admettre, dès lors, que le Champignon du *Cladonia* tire de l'humus des matières organiques, d'où les Algues tireraient, à leur tour, des hydrates de carbone et des peptides?...

2° Gonidies de *Verrucaria*. Des essais de triage, effectués, en collaboration avec Mlle Stabinska, sur 7 espèces de *Verrucaria*, n'ont donné de résultats qu'avec une seule : *V. nigrescens* Pers., espèce calcicole. La gonidie, étudiée en culture pure, n'appartient point au genre *Protococcus*, auquel Bornet ramenait la plupart des gonidies de *Verrucaria* ; Chodat en fait un genre et une espèce nouveaux : *Coccobotrys Verrucariæ* ; elle se fait remarquer, entr'autres caractères, par son agglomération en tétrades, en glomérules botryoïdes. Au point de vue physiologique, elle présente des différences sensibles avec les gonidies de *Cladonia* : sur agar-Detmer, le glucose accélère bien encore la croissance, mais il provoque, à la lumière, une décoloration rapide. Le nitrate de potassium constitue une bonne nourriture pour le *Coccobotrys*, un peu moins bonne, toutefois, que

la peptone ; le nitrite est un poison pour lui. A l'obscurité, le *Coccobotrys* assimile très difficilement les aliments et se décolore. La gélatine est un milieu moins favorable au développement que l'agar. Les milieux liquides lui conviennent encore moins. Cultivée sur marbre poli, il l'attaque avec rapidité. 3° Gonidies de *Solorina*. Les gonidies de *Solorina* ont été généralement attribuées au *Dactylococcus infusionum* Nag., qui n'est qu'un stade du *Scenedesmus obliquus* Turp. , ou encore au genre très vague *Palmella*. Chodat a isolé de *Solorina sacrata* L. et d'un *Solorina* dont la détermination a été perdue, des gonidies qui doivent être rapportées au genre *Coccomyxa* Schmidle, à cellules longuement ellipsoïdales et dépourvues de pyrénoïde, tandis que le *Dactylococcus* a un pyrénoïde très distinct. Du *Solorina* indéterminé, il a tiré une Algue qu'il appelle *C. Solorinæ genuina* et qu'il a déjà décrite dans son mémoire sur le polymorphisme. Elle se cultive bien sur agar ; l'addition de glucose active considérablement la croissance, sans diminuer sensiblement la virescence : la croissance est encore plus active sur agar-glucose-peptone ; sur gélatine-Detmer la croissance est faible. A l'obscurité, sur agar-glucose, le développement est presque égal et la couleur verte ne s'atténue que superficiellement ; le polymorphisme est très réduit. De toutes les sources d'azote la peptone est la plus favorable au développement. D'un *Sol. saccata* et d'un *S. crocea*, il a isolé deux types de gonidies qu'il appelle *Cocc. Sol. saccatæ* et *C. Sol. croceæ* ; celles de *S. crocea* ne diffèrent guère du *genuina* ; celles du *S. saccata* sont un peu plus petites, plus régulières, et les cultures diffèrent surtout par leur couleur d'un vert plus foncé. L'auteur préfère considérer ces deux gonidies comme deux races, dont les caractères différentiels seraient dus à une longue adaptation. Chodat compare ces gonidies à cinq autres espèces de *Coccomyxa*, la plupart épiphytes, différant surtout par la couleur de la colonie dans les cultures. Les différences observées dans ces trois groupes de gonidies semblent bien correspondre, d'après lui, à la biologie différente des trois types de lichens : la gonidie du *Verrucaria* saxicole serait adaptée à une nutrition moins riche en matières organiques, tandis que celles de *Solorina* et de *Cladonia*, vivant sur un substratum plus riche en matières organiques, les utilisent parfaitement. Le mémoire de Chodat est illustré d'assez nombreuses figures dans le texte et

de planches représentant les colonies de culture avec leur dimension et leur couleur naturelles.

Treboux (8) a étudié la gonidie de *Xanthoria parietina* et critiqué les données d'Artari à son sujet. Celui-ci pensait avoir démontré que le *Cystococcus humicola*-gonidie et l'Algue correspondante libre présentaient des propriétés physiologiques différentes, la gonidie préférant la peptone, qu'elle tire du Champignon, l'Algue libre se portant de préférence vers d'autres sources d'azote : les deux organismes constitueraient donc au moins deux races différentes. Treboux pense qu'Artari a confondu entre deux Algues assez voisines, mais bien distinctes : ce qu'il a pris pour le *Cystococcus humicola* libre était, en réalité, le *Chlorococcum infusionum* ; la différence entre les deux Algues réside principalement dans la forme du chromatophore : chez *Chlorococcum*, il a la forme d'une sphère creuse à contour entier et il repose presque sur la paroi cellulaire, tandis que chez la gonidie il est massif, avec un contour sinué, denticulé, et libre d'adhérence avec la paroi. L'auteur a trouvé l'Algue libre correspondant à la gonidie, Algue aérienne typique vivant sur les troncs d'arbres et il n'a trouvé, entre les deux organismes, aucune différence sensible au point de vue de la nutrition. Chodat, tout en reconnaissant que Treboux a vu juste, en ce qui regarde *Cystococcus* et *Chlorococcum*, n'est pas convaincu que ses méthodes de culture lui aient réellement permis d'isoler la gonidie, il garde donc un doute sur la rigueur de ses conclusions. Letellier, de son côté, étudiant divers *Cystococcus* libres, comparables aux gonidies de *Xanthoria*, y rencontre de sérieuses différences physiologiques : alors que le *Cystococcus coherens* Chodat préfère la peptone et se comporte comme les gonidies, le *Cystococcus maximus* Chodat préfère l'azote inorganique et se différencie physiologiquement des gonidies ; ce résultat, pense-t-il, explique peut-être les résultats contradictoires d'Artari et Treboux. Si l'on ajoute à tout cela que Waren a trouvé des différences entre les gonidies d'un *Xanthoria* hollandais et celles d'un *Xanthoria* finlandais, on comprendra dans quelles difficultés et quelles incertitudes se débat l'identification des gonidies des Lichens.

Letellier (28) a appliqué les methodes de Chodat à l'étude de quelques gonidies. D'un *Peltigera* (*canina* ou *horizontalis*) il a isolé une Algue qu'il appelle *Nostoc Peltigerae*. Cette Algue utilise bien les nitrates et les sels d'ammonium, mais point la peptone et le glyco-

colle, qui sont plutôt toxiques, à la lumière comme à l'obscurité : ce résultat correspond à ce qu'avait déjà constaté Pringsheim sur *Nostoc*. Le glucose, au contraire, ainsi que la plupart des sucres, favorise considérablement la croissance, à l'inverse de ce qu'ont constaté Bouilhac, Pringsheim et Chodat sur des Cyanophycées libres. Des cultures exposées aux diverses radiations lumineuses et à l'obscurité ont donné des résultats difficiles à interpréter ; l'auteur croit cependant pouvoir en déduire 1° que le *Nostoc* ne présente pas d'adaptation chromatique complémentaire ; 2° que l'assimilation de l'azote est favorisée par les rayons à courte longueur d'onde, tandis que l'assimilation du carbone est favorisée par les rayons à grande longueur d'onde. Du *Xanthoria parietina* Letellier a isolé un *Cystococcus* qui, morphologiquement, est identique aux divers *Cystococcus* étudiés par Chodat, mais qui, dans les cultures, présente des particularités suffisantes pour que l'auteur le distingue sous le nom de *Cystococcus Xanthoriæ parietinæ* ; cette gonidie utilise bien la peptone et les sucres, mais, contrairement à ce que Treboux a vu, l'azote ammoniacal est inférieur à la peptone et les acides organiques ne peuvent servir d'aliment. D'un *Coniocybe furfuracea* Mlle Rayss avait isolé un *Stichococcus* que l'auteur étudie en détail : cette Algue, assimilée par les lichénologues au *Stichococcus bacillaris* Naeg., en diffère assez, physiologiquement et morphologiquement, pour que Letellier en fasse une espèce : le *Stichococcus Coniocybes* ; la peptone lui est moins favorable qu'aux *Cystococcus* libres avec lesquels l'auteur l'a comparée. Enfin, le *Coccomyxa Solorinæ-saccatæ* Chodat semble préférer les substances minérales aux substances organiques pour sa nutrition tant azotée que carbonée. Il résulte de ce qui précède qu'il n'existe aucun caractère distinctif constant entre les gonidies et les Algues libres correspondantes.

Waren (29), élève d'Elfving, s'est également attaché à l'étude d'Algues-gonidies dans le but d'élucider les questions suivantes : 1° les diverses espèces de Lichens possèdent-elles toujours des gonidies différentes, ou bien peuvent-elles avoir des gonidies identiques ? 2° Jusqu'à quel point une espèce donnée de Lichen est-elle liée à une espèce déterminée de gonidie ? 3° Le même individu lichénique peut-il posséder plusieurs espèces ou races de gonidies ? Les procédés de culture de Chodat lui paraissant insuffisants à assurer la pureté de l'organisme étudié, il emploie la méthode capil-

laire et ensemence avec une seule cellule, ou mieux, cultive d'abord quelques gonidies ou un fragment de Lichen en goutte pendante, puis cultive sur milieu nutritif, puis réensemence ; en réalité donc il n'a pas toujours des « colonies » issues d'une seule cellule, mais il a parfois des « populations » issues d'un groupe de cellules). Le milieu de culture employé est l'agar-Detmer glucosé auquel il ajoute une substance azotée, soit organique : peptone, asparagine, alanine, acétamide, glycocolle, etc., soit inorganique : nitrate de calcium, d'ammonium, chlorure d'ammonium ; des cultures sans matière azotée servent de témoins. Au lieu de flacons d'Erlenmayer, il utilise de simples tubes à culture, dont les photographies remplissent la plus grande partie des planches qui illustrent son mémoire. Les recherches ont porté sur les gonidies *Cystococcus* d'un grand nombre de genres : *Alectoria*, *Cladonia*, *Gyrophora*, *Physcia*, *Parmelia*, *Ramalina*, *Xanthoria* ; sur la gonidie de *Lecidea fuliginea* Ach. qu'il attribue au genre *Coccobotrys* Chodat ; sur la gonidie *Coccomyxa* de *Peltigera aphthosa* (L.) ; sur la gonidie de *Dermatocarpon miniatum* (L.) dont il fait le nouveau genre *Hyalococcus*. Les photographies montrent, par exemple, qu'avec la peptone c'est la gonidie de *Physcia pulverulenta* qui se développe le mieux ; avec l'asparagine, la gonidie de *Ramalina fraxinea* a la croissance la plus lente. A ces différences de rapidité de croissance, l'auteur ajoute, comme caractères de différenciation, la forme et la couleur de la colonie, ainsi que le mode de division des cellules ; il utilise tous ces caractères pour établir une classification et essaie de répondre aux questions qu'il s'est posées au début de son travail. 1° Les gonidies *Cystococcus* étudiées se répartissent en deux sous-genres : *Eucystococcus* et *Eleuterococcus*. Le sous-genre *Eucystococcus* comprend les formes de gonidies qui, dans les cultures, présentent des stades de division végétative : la gonidie extraite de *Xanthoria* finlandais est considérée comme une espèce nouvelle et appelée *C. Xanthoriæ* (l'auteur ne semble pas avoir eu connaissance du mémoire de Letellier : *Cetraria pinastri* a pour gonidie *C. atrovirens*, sp. nov. ; *Alectoria implexa*, *C. planus* sp. nov. ; *Alectoria jubata*, *C. intermedius*, sp. nov. ; *Physcia stellaris*, *C. elegans*, sp. nov. ; *Physcia obscura*, *C. flavescens*, sp. nov. Le sous-genre *Eleuterococcus* est caractérisé par l'absence de division végétative et se rencontre chez les *Cladonia*. Déjà Hedlund avait constaté ce défaut de cloisonnement chez les gonidies de *Cladonia* et

distingué les *Cladonia-Alge* des *Xanthoria-Alge* communes à la plupart des Lichens supérieurs. Waren appelle *Cyst. glomeratus* l'Algue qui constitue les gonidies de *Cladonia coccifera*, *C. deformis*, *C gracilis* v. *chordalis*, *C. cornuta*, *C. macilenta*, *C. rangiferina*. En réalité, les gonidies de ces différentes espèces ne sont pas absolument identiques : les différences dans la couleur des colonies et la taille des cellules caractérisent peut-être des races, mais non des espèces distinctes. Ainsi donc, la réponse à la première question est presque complètement affirmative : les gonidies des espèces de Lichens étudiés constituent, d'après l'auteur, autant d'espèces ou du moins de races différentes. 2° Les caractères observés par Waren chez les gonidies de *Cladonia* correspondent assez à ce qu'ont vu, de leur côté, Hedlund et Chodat : il est donc vraisemblable que les *Cladonia* possèdent les mêmes gonidies en Finlande, en Suède et en Suisse. Des échantillons de *Alectoria implexa* de diverses provenances ont également montré des gonidies identiques. Au contraire, tandis que les *Xanthoria* finlandais ont donné le *Cyst. Xanthoriæ*, un échantillon de *Xanthoria* hollandais a donné une gonidie distincte que l'auteur appelle *Cyst. minimus*. A la seconde question, la réponse n'est donc pas aussi générale, mais elle est affirmative au moins pour un cas. 3° Je ne vois pas que, dans ses recherches, Waren ait recueilli quelque fait lui permettant de répondre à la troisième question. En terminant son mémoire, l'auteur se demande quelles conséquences on peut en tirer touchant la nature des Lichens : si la vieille théorie reprise par Elfving est vraie, les faits constatés s'expliquent naturellement : le Champignon produisant lui-même ses gonidies, rien d'étonnant à ce que des Champignons différents produisent des gonidies différentes; mais aussi, pour accorder ces faits avec la théorie de Schwendener, il suffit d'admettre qu'une adaptation plus ou moins longue a spécialisé les organismes. Je me permettrai d'ajouter un mot à ces réflexions : devant cette multiplicité d'espèces et de races morphologiques et surtout physiologiques, le spectateur désintéressé en vient à se demander s'il y a bien réellement deux espèces et même deux individus lichéniques à gonidies parfaitement identiques ; mais comme les Algues libres elles-mêmes présentent la même diversité, pourquoi s'étonner de la rencontrer chez les gonidies? D'autre part, si les gonidies proviennent du Champignon, n'est-il pas plutôt surprenant de constater que deux espèces de

Lichens très différents d'allure tels qu'un *Xanthoria* et un *Lecidea* produisent des gonidies presque identiques, si semblables du moins qu'il faille recourir aux cultures pures et aux différences physiologiques qu'elles y manifestent pour les distinguer? Enfin, les dessins d'individus appartenant à une même espèce de gonidie, tels que les représentent les auteurs, varient considérablement d'individu à individu, en forme et en dimension : que donnerait la comparaison de la physiologie, si la comparaison pouvait également s'établir d'individu à individu? Or, dans les cultures les plus pures, la colonie provient d'un seul individu : n'est-il pas dès lors permis de voir, dans bon nombre des variations observées, plutôt des différences de « lignées » chez un organisme d'ailleurs souvent très polymorphe, que des différences d'espèces ou de races ?

(*A suivre.*)

Nemours. — Imp. Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy

I

II

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

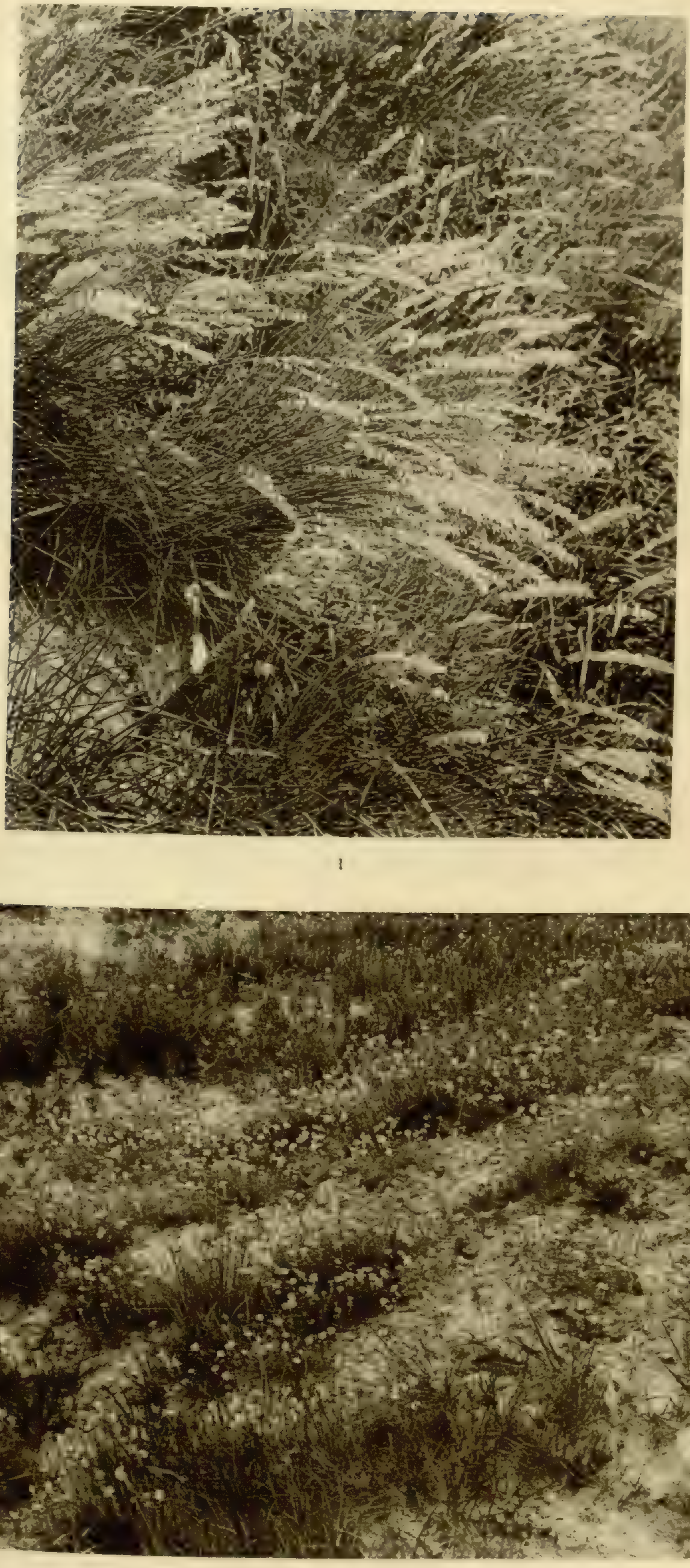
Taillis tourbeux et colonie de Cyperus longus

I

II

ALLORGE, phot. — LE DELEY, imp.

Types de pelouses calcaires



ALLORGE, phot. II LE DELEY, imp.

Colonies xérothermiques sur la craie

I

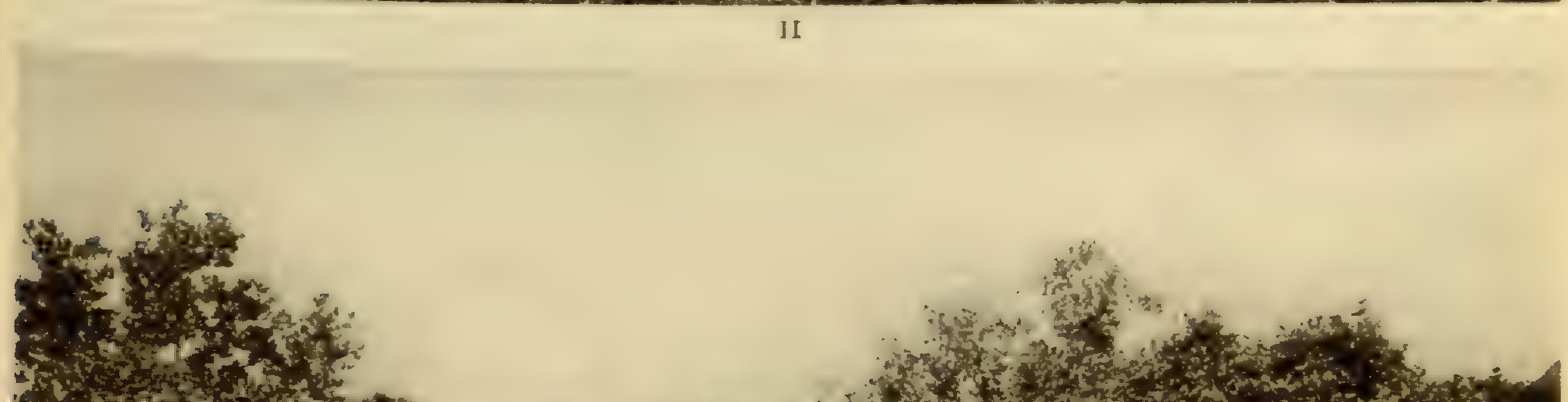
II

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Détails des pelouses à Graminées xérophiles

I

II



III

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Végétation xérophile sur alluvions anciennes

INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

SUR LA

RÉPARTITION DES ÉPIPHYTES

A

LA SURFACE DES TRONCS D'ARBRES A JAVA

par M. Paul VAN OYE

Dans les pays tropicaux, les épiphytes prennent le plus souvent un grand développement, y trouvant généralement une atmosphère humide et chaude. En prenant en considération les différentes espèces d'arbres, on peut remarquer que la flore épiphytique des troncs diffère considérablement suivant les espèces. Chaque espèce d'arbre sert de substratum à une flore épiphytique spéciale.

Les facteurs qui influencent la répartition ainsi que le mode de développement des épiphytes sur les troncs d'arbres, peuvent être groupés de la façon suivante :

1° Facteurs climatiques ;
2° Facteurs morphologiques ;
3° Facteurs biotiques.

Dans les pages suivantes, je donnerai les résultats de mes recherches sur les facteurs climatiques, tandis que ceux des recherches concernant les facteurs morphologiques et biotiques seront publiés ultérieurement.

Certains auteurs, G. et W. S. West (1), ont émis une opinion

(1) G. and W. S. West. A Contribution to the Freshwater Algæ of Ceylon. (*Trans. Linn. Soc.* 2de Ser. Bot. Vol. VI. Part. 3, 1902).

quant à la répartition de certaines espèces d'Algues épiphytiques par rapport à l'éclairement. Moi-même j'avais observé que les *Trentepohlia* se rencontrent le plus souvent du côté sud. En effet, j'avais remarqué, pendant mes excursions, que je pouvais m'orienter en regardant les troncs d'arbres, le côté coloré en rouge brique par des *Trentepohlia* étant le côté sud-sud-ouest. Voulant étudier cette question, j'ai entrepris les recherches suivantes, où j'ai tâché d'examiner l'influence des facteurs climatiques sur la répartition des épiphytes sur les troncs d'arbres, en me basant sur la méthode statistique.

Avant tout, il était nécessaire de choisir, comme sujet d'observation, une espèce d'arbre où les différents facteurs climatiques qui peuvent influencer le développement et la répartition des épiphytes, étaient, autant que possible, dans les mêmes conditions. En faisant les observations sur une seule espèce d'arbre, et en ne considérant qu'une partie déterminée des troncs, toujours la même, les facteurs morphologiques peuvent être considérés comme éliminés. Pour ces raisons, j'ai choisi l'*Areca Catechu* L., en langage indigène *pinang*, comme sujet d'observation. En effet, le tronc de cet arbre est tout à fait droit ; il ne présente donc ni côté convexe, ni côté concave pouvant, par le fait du ruissellement de l'eau de pluie descendant le long du côté convexe, produire ici un milieu plus humide et donc plus favorable au développement de certains épiphytes, comme c'est souvent le cas pour le *Cocos nucifera* L. De plus l'*Areca Catechu* L. est un arbre sur lequel se développe un grand nombre d'épiphytes, ce qui n'est pas le cas dans la même mesure pour tous les arbres. L'*Areca Catechu* L. est cultivé aux Indes Néerlandaises dans les conditions les plus variées ; tantôt le long des chemins, tantôt dans les villages (Dessa, Kampong), tantôt entre les rizières. Par ce choix j'avais donc la certitude de trouver autant d'arbres dans des conditions semblables que je voulais, et, d'autre part, je pouvais choisir des arbres dans des conditions écologiques voulues. Enfin les feuilles des pinangs forment une couronne au haut de l'arbre, située sur un tronc nu à une hauteur d'environ 10-15 m. La partie inférieure ne peut donc pas être influencée par l'ombre produite par la couronne.

Je ne sais si la méthode suivie a déjà été appliquée par d'autres auteurs, toutefois elle ne me semble pas nouvelle. Mon ami, le docteur M. Minnaert, de Gand (Belgique), a appliqué une méthode

analogue, il y a quelques années, en ma présence. Je ne me rappelle plus, ni le but de ses recherches, ni les détails de la manière de procéder, mais probablement il n'y a pas de différence fondamentale entre sa méthode et la mienne.

J'ai procédé comme suit : d'abord j'ai tracé sur du papier blanc des cercles de 5 cm. de diamètre. Une boussole placée au milieu du

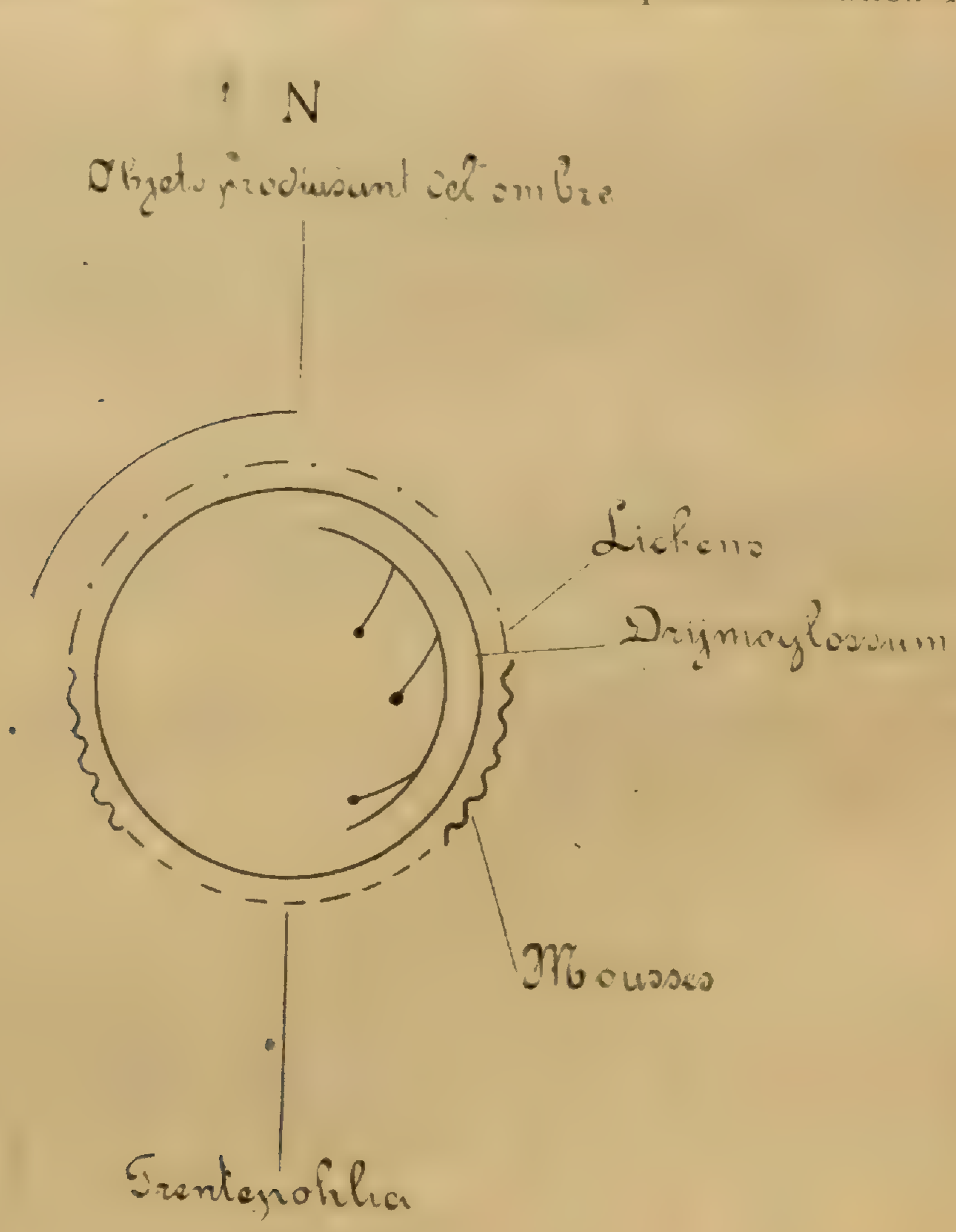


Fig. 1.

cercle servait à orienter le papier, de façon que la flèche tracée au milieu de celui-ci fut toujours tournée vers le nord. Me plaçant alors devant chaque arbre, j'ai tracé, au moyen de crayons de différentes couleurs, des lignes autour des cercles représentant :

1° La cause projetant éventuellement de l'ombre sur la partie inférieure du tronc ;

2° La répartition des Mousses sur cette partie ;

3° La répartition des *Trentepohlia* ;

4° La répartition des Lichens ;

5° La répartition des *Drymoglossum*.

Après une série d'observations j'avais donc 100 dessins comme la fig. 1, où j'ai remplacé les lignes de différentes couleurs par des traits différents.

Ces figures représentent donc le nombre de fois que les épiphytes examinés se rencontrent sur cent cas, leur répartition sur les troncs et le côté des troncs qui se trouve dans l'ombre. Il suffit maintenant de transcrire ces cent figures en chiffres et ces chiffres en graphiques pour en tirer les conclusions.

Je dois encore ajouter que je n'ai examiné les troncs que jusqu'à une hauteur d'un mètre environ, afin d'éviter toute confusion, car j'avais pu remarquer que la répartition des épiphytes en hauteur était influencée par trop de facteurs, dépendants en partie du hasard, en partie de la morphologie du tronc pour pouvoir en tirer des conclusions par rapport aux facteurs climatériques.

Première série d'observations.

Dans la première série d'observations, j'ai examiné 100 arbres qui étaient dans l'ombre du côté ouest-nord-est.

La figure 2 représente schématiquement le côté des 100 arbres qui recevait de l'ombre. Cette figure est obtenue en notant le nombre de cas où l'ombre venait de l'ouest, du nord, de l'est, etc., suivant les cas. Les chiffres obtenus sont :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
86	71	39	24	2	1	15	84

En continuant les rayons respectifs d'un cercle, d'une longueur proportionnelle aux chiffres trouvés, de façon qu'un cas corresponde à 1 mm, on obtient la fig. 2 (toutes les figures ont été réduites de 1/3).

J'ai procédé de la même manière pour tous les autres graphiques. Il faut cependant faire remarquer que dans tous les cas, les graphiques représentent proportionnellement la quantité d'épiphytes situés d'un côté des troncs de la série d'arbres examinés, tandis que

pour l'ombre le graphique représente proportionnellement le nombre de fois que le côté en question ne pouvait pas être éclairé.

Je n'ai pas cru devoir changer les figures, puisque en superposant les graphiques de l'ombre tracés sur du papier transparent à

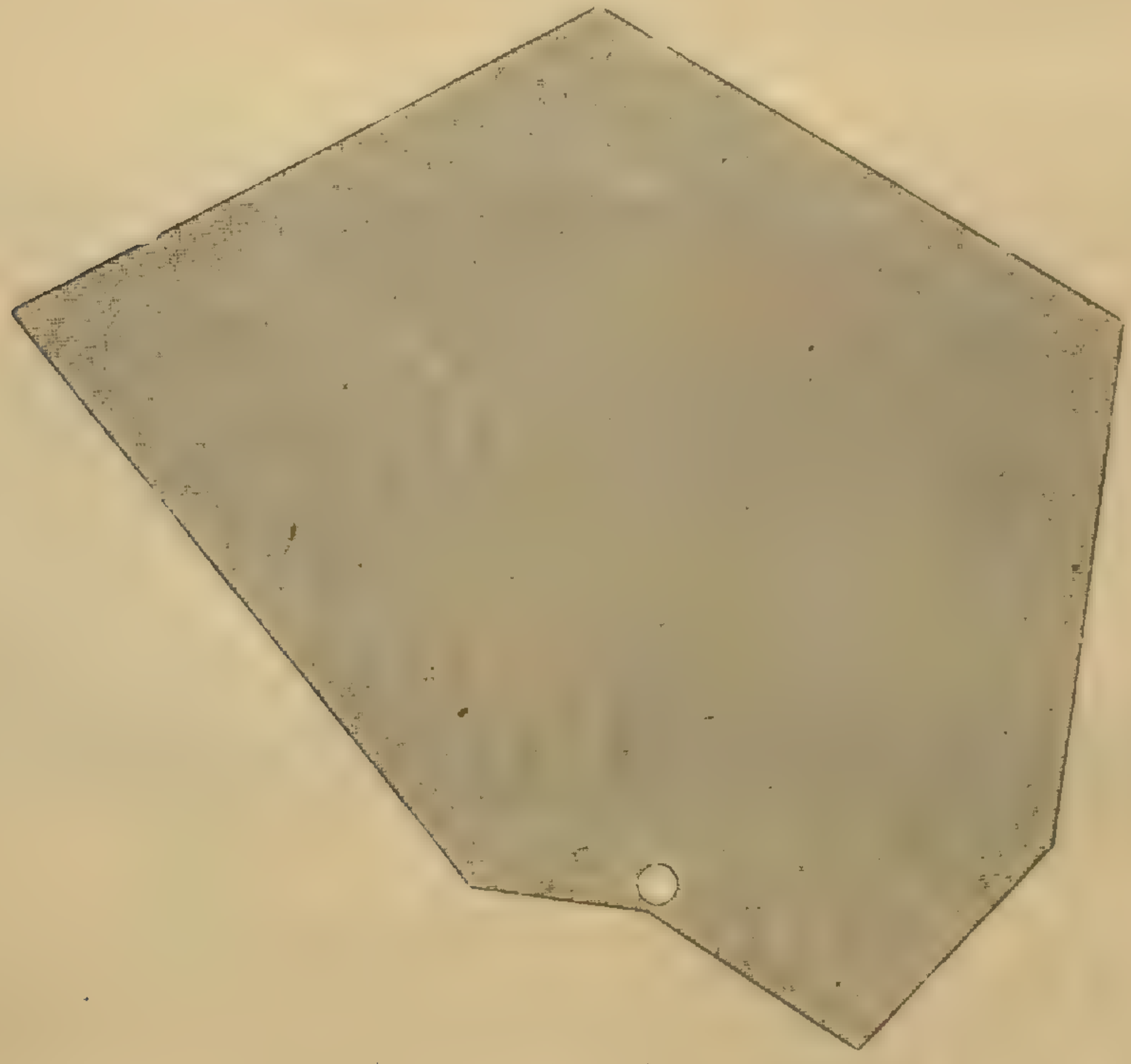


Fig. 2. — Ombre du côté nord.

ceux de la répartition des épiphytes, on peut obtenir des schémas qui indiquent de suite le rapport entre l'éclairement et la répartition des épiphytes examinés.

Voyons maintenant les résultats obtenus.

Dans la première série il y avait sur 100 arbres :

98	présentant des	Lichens
82	—	Mousses
74	—	*Trentepohlia*
42	—	*Drymoglossum*

Après avoir examiné le nombre de fois que les différents épiphytes se rencontrent sur 100 arbres, dans les conditions de la première série d'observations, j'ai tâché d'exprimer en chiffres le nombre de fois que ces épiphytes se trouvent au N, NE, E, SE, etc.

Il va de soi qu'en additionnant, pour chaque cas, ces chiffres, le résultat ne doit pas correspondre aux chiffres déjà trouvés, car un épiphyte peut se montrer sur plusieurs côtés à la fois.

Pour les Lichens j'ai trouvé les chiffres suivants :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
3	13	23	50	34	54	18	3	(v. fig. 3).

Ces chiffres nous donnent le graphique de la fig. 3.

On remarque tout d'abord que dans les conditions de la première

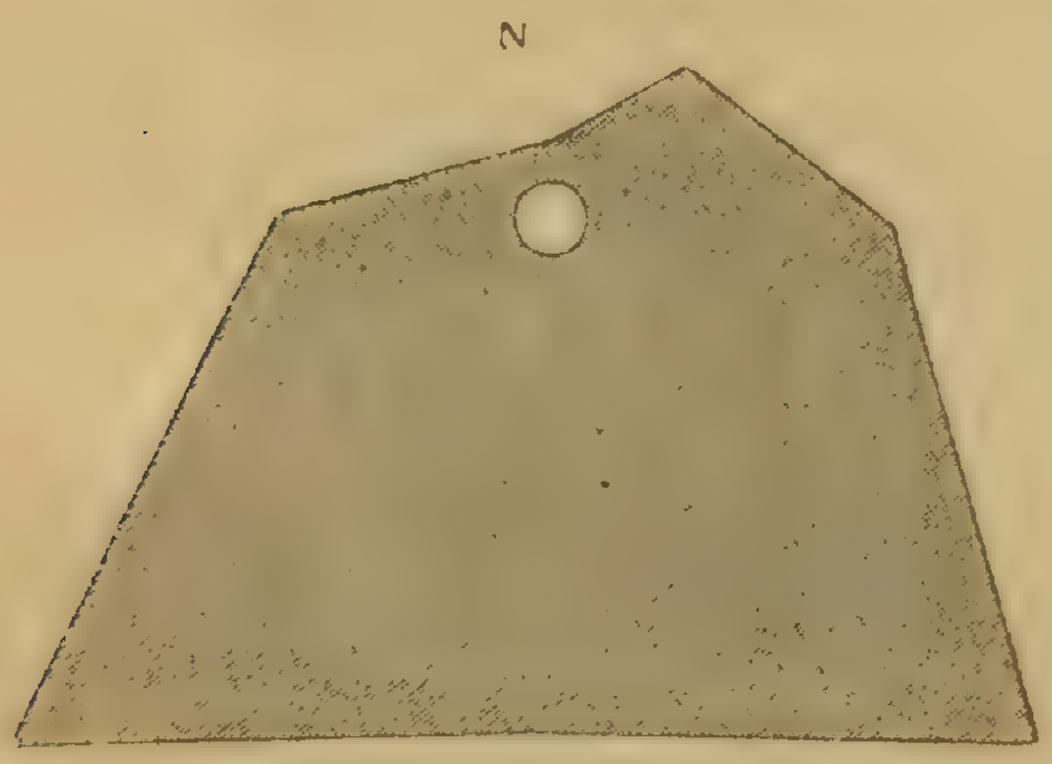


Fig. 3. — Lichens.

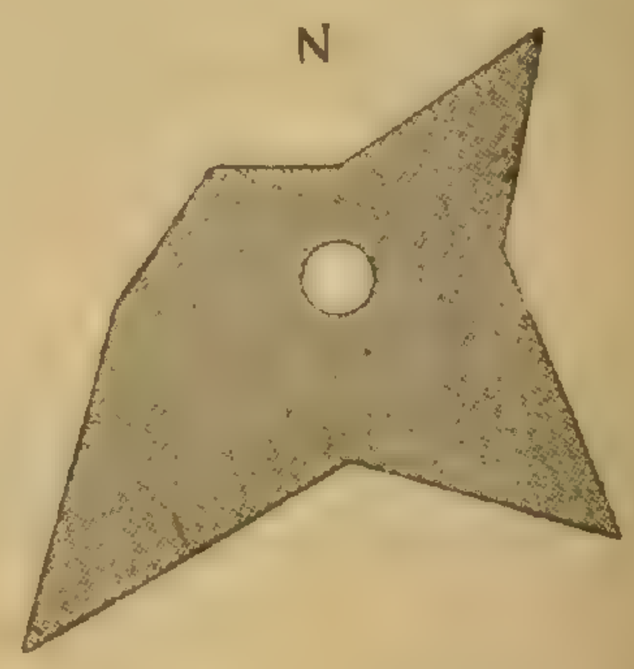


Fig. 4. — Mousses.

série les Lichens se rencontrent surtout des côtés sud-est et sud-ouest des troncs d'arbres.

En examinant de la même façon les résultats obtenus pour les Mousses, nous trouvons :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
5	21	9	26	10	34	13	9	(v. fig. 4).

Ici on trouve également deux côtés où les Mousses se développent principalement, notamment les côtés sud-est et sud-ouest.

Les *Trentepohlia* étaient répartis comme suit :

SE.	S.	SO.
38	22	14

Ces chiffres nous donnent la fig. 5.

Ici l'épiphyte observé se trouve surtout du côté sud-est et de plus on peut remarquer que la courbe de répartition ne présente qu'un maximum.

Enfin, pour les *Drymoglossum* nous avons trouvé les chiffres suivants :

NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
1	5	18	23	14	3	2	(voir fig. 6).

Les *Drymoglossum* se trouvent donc surtout du côté sud, dans les conditions de la première série d'observations.

Fig. 5. — *Trentepohlia.*

Fig. 6. — *Drymoglossum.*

Conclusions. — Comme résultats de cette première série d'observations, on peut conclure que dans les conditions données, les *Trentepohlia* se rencontrent surtout du côté sud-est, les Mousses des côtés sud-est et sud-ouest, ainsi que les Lichens, tandis que les *Drymoglossum* se trouvent avant tout du côté sud.

Il faut faire remarquer ici un détail qu'il n'est pas possible d'exprimer en chiffres ni en graphiques, si toutefois on ne subdivise la surface des troncs d'arbres qu'en huit points cardinaux, notamment que la répartition des différents épiphytes par rapport les uns aux autres est le plus souvent la suivante : au milieu du côté sud-sud-est on trouve les *Trentepohlia ;* des deux côtés se trouvent les Lichens ; puis viennent les Mousses, tandis que les *Drymoglossum* se répartissent d'une autre façon, parce que, comme nous le verrons en examinant les facteurs morphologiques qui interviennent dans la répartition des épiphytes sur les troncs d'arbres, ils subissent avant tout l'influence de facteurs différents de ceux qui règlent la répartition des autres épiphytes examinés.

Deuxième série d'observations.

Dans la deuxième série d'observations, j'ai examiné des arbres qui recevaient de l'ombre du côté sud.

Ici le graphique de l'ombre offre un tout autre aspect que celui de la première série, comme le montre la fig. 7. Les chiffres trouvés sont :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
23	28	49	83	89	79	49	34

Sur 100 arbres examinés, le nombre de cas que les différents épi-

Fig. 7. — Ombre du côté sud.

phytes se présentaient dans les conditions de la deuxième série d'observations sont :

Lichens	78
Mousses	69
Trentepohlia	57
Drymoglossum	29

On voit que pour tous les épiphytes examinés, les nombres de cas sont diminués, mais l'ordre de fréquence est resté le même.

Voyons maintenant les chiffres obtenus pour la répartition de chacun des épiphytes différents.

Les Lichens nous donnent :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
58	62	51	47	36	42	51	63	(v. fig. 8).

Avec l'éclairement, la répartition des Lichens a complètement

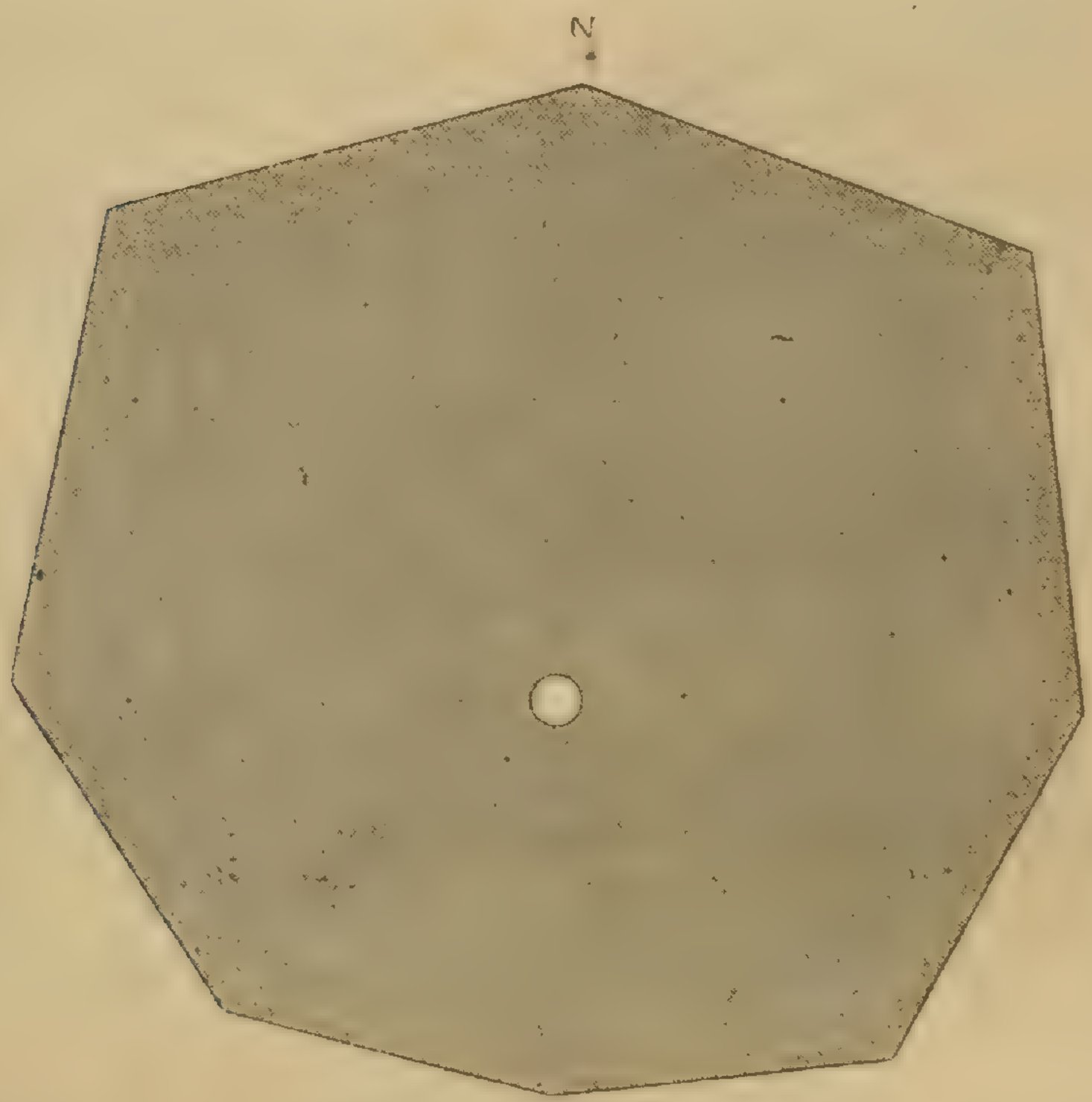


Fig. 8 — Lichens.

changé. Dans cette série on les trouve surtout du côté nord-est et nord-ouest.

En général la répartition des Lichens autour des troncs d'*Areca Catechu* L. est plus régulière quand l'ombre vient du sud, mais on observe cependant une tendance à un développement numériquement plus grand des côtés nord-est et nord-ouest.

Pour les Mousses j'ai trouvé les chiffres suivants :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
32	32	27	25	19	25	3	42	v. fig. 9).

Ici on trouve donc le plus grand nombre au NO., au N. et au NE.

Enfin les *Trentepohlia* présentent les mêmes différences que les autres épiphytes.

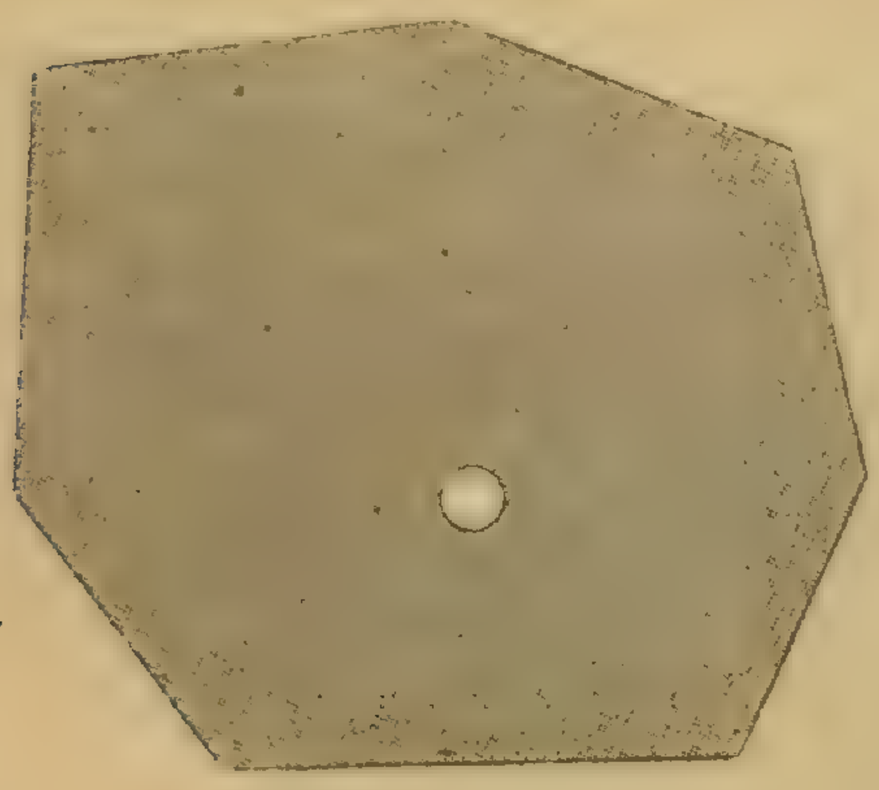


Fig. 9. — Mousses.

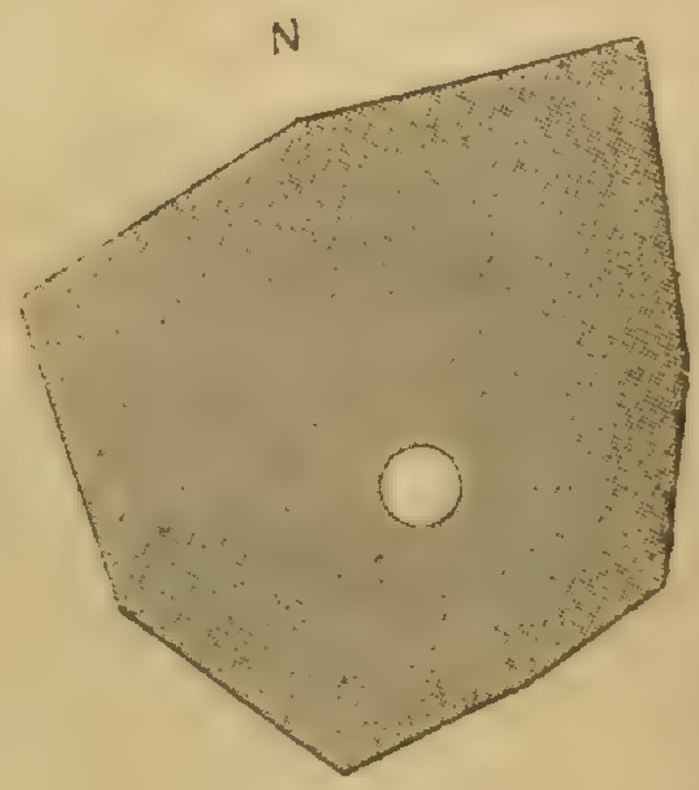


Fig. 10. — *Trentepohlia*.

Les chiffres sont :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
25	33	18	17	13	18	22	30	(v. fig. 10).

Le plus grand nombre se rencontrent au NE. et au NO.

Les *Drymoglossum* sont répartis d'une façon spéciale.

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
9	16	10	14	8	6	5	7	(v. fig. 11).

Ici on trouve deux maximums, notamment au NE. et au SE. On peut dire que les *Drymoglossum* se présentent surtout au NE. et au SE. dans les conditions de la deuxième série d'observations.

Fig. 11. — *Drymoglossum*.

Conclusions. — Quand l'ombre vient du côté sud, de façon que les troncs d'arbres soient éclairés du côté nord, les *Trentepohlia*, les Lichens et les Mousses se développent surtout du côté nord, donc du côté le plus éclairé.

On peut cependant remarquer que d'autres facteurs interviennent encore, car la répartition n'est pas aussi régulière que quand l'ombre vient du côté nord.

Troisième série d'observations.

Dans la troisième série d'observations, nous avons choisi des arbres qui ne recevaient aucune ombre et qui, en même temps,

Fig. 12. — Lichens.

étaient exposés de tous les côtés au vent. A cet effet nous avons choisi une série d'arbres bordant également le chemin vers le volcan Galoenggœng, mais dans les conditions mentionnées.

Ces *Areca Catechu* L. bordent le chemin tandis que de chaque

côté s'étendent de grandes rizières. Les arbres eux-mêmes se trouvent à une distance d'environ 1 m. 1/2 les uns des autres.

Les différents épiphytes examinés se présentent numériquement comme suit : sur 100 arbres j'ai trouvé :

98 portant des Lichens
83 — *Trentepohlia*
30 — Mousses
17 — *Drymoglossum*

On remarque tout d'abord une augmentation du nombre de cas pour les Lichens et les *Trentepohlia* et d'autre part une diminution du nombre de cas pour les Mousses et les *Drymoglossum*.

Il faut remarquer que c'est surtout pour les Mousses que le nombre de cas a diminué énormément, et, de plus, je puis ajouter que les Mousses de la troisième série n'étaient jamais si bien développées que celles des deux autres.

Quant à la répartition périphérique des épiphytes, nous avons obtenu les chiffres suivants.

Pour les Lichens :

N.	NE.	E.	SE.	S	SO.	O.	NO.
82	92	89	92	85	89	86	87 (v. fig. 12).

On peut conclure de ces chiffres que dans le cas où les troncs d'arbres ne reçoivent aucune ombre, les Lichens n'apparaissent pas, non seulement numériquement dans un plus grand nombre de cas, mais encore sont répartis presque régulièrement à la périphérie des troncs d'arbres.

Le graphique nous montre ce fait de la façon la plus évidente.

On peut encore arriver à cette conclusion en notant le nombre de fois que les Lichens s'observaient sur toute la périphérie d'un arbre dans les différentes séries d'observations.

Nous trouvons alors les chiffres suivants :

1e série d'observations 1 fois
2e — 26 fois
3e — 71 fois

Pour les Lichens, l'éclairement est indirectement le facteur principal qui influence leur répartition sur les troncs d'arbres, en réalité

c'est le degré d'humidité qui joue le rôle prépondérant, comme le montrent les recherches sur l'influence de la morphologie des troncs.

De plus, en comparant les trois graphiques obtenus pour les Lichens, nous pouvons facilement constater ce fait. En effet, quand le côté sud est bien éclairé, donc aussi moins humide, nous trouvons les Lichens du côté sud. Quand le côté nord est éclairé, les Lichens se présentent surtout de ce côté, mais l'humidité étant naturellement moins grande quand le côté sud se trouve dans l'ombre, on rencontre encore une grande quantité de Lichens, du côté sud, dans le dernier cas.

Enfin la troisième série d'observations nous montre que quand les troncs d'arbres sont exposés à tous les vents et ne reçoivent aucune ombre, la répartition périphérique est presque régulière comme le montre la fig. 12.

Pour les Lichens il faut, avant tout, des endroits secs et bien éclairés.

Pour ce qui concerne les *Trentepohlia*, nous observons que le plus grand nombre se trouve du côté sud, tandis que du côté nord et nord-est, le nombre d'exemplaires est très minime.

Les chiffres obtenus sont :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
7	8	12	48	69	56	33	19	(v. fig. 13).

On peut donc conclure, pour les *Trentepohlia*, que l'éclairement est le facteur principal qui influence la répartition de ces épiphytes sur les troncs d'arbres.

Il faut cependant faire remarquer que le degré d'humidité n'est pas sans influence ici. En effet, tandis que dans les deux premières séries, les *Trentepohlia* se présentaient le long des troncs jusqu'à une hauteur de 2 mètres et quelquefois même au-delà, dans la troisième série d'observations, alors qu'il n'y avait aucune ombre, ces épiphytes ne se montraient que jusqu'à une hauteur de 20 et rarement de 30 cm.

Dans le plus grand nombre de cas, les *Trentepohlia* ne dépassaient pas de beaucoup la base des troncs et ne s'élevaient pas au delà de la hauteur de l'herbe entourant cette base. Il est évident que dans

ces conditions il se formait à cette hauteur un milieu bien éclairé, mais plus humide que les parties plus élevées des troncs.

Enfin, un fait que j'ai pu remarquer est que les *Trentepohlia* qui s'étaient développés à une hauteur beaucoup plus grande se trouvaient en des endroits où la périphérie du tronc était en partie enlevée, une observation attentive montrait toujours que ces endroits étaient disposés de telle façon que l'atmosphère y était plus humide

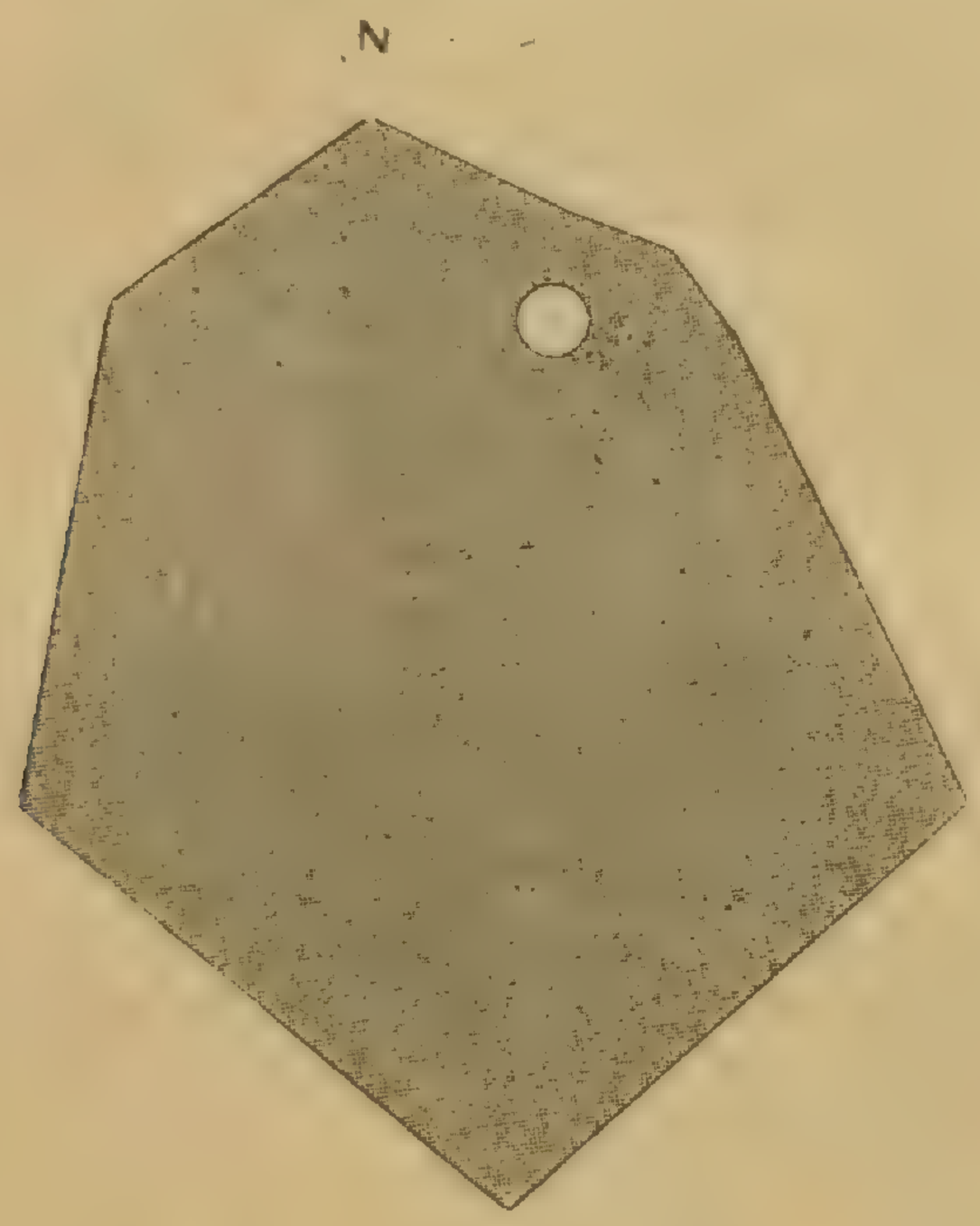


Fig. 13. — *Trentepohlia.*

qu'à l'entour, souvent parce que l'eau de pluie ruisselant le long du tronc y était retenue.

Pour ce qui concerne les Mousses nous avons trouvé les chiffres suivants :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
2	0	1	11	10	16	10	2	(v. fig. 14).

En comparant ces chiffres avec ceux des deux séries précédentes, nous voyons que les Mousses ne se développent sur les troncs d'arbres que sous l'influence d'une atmosphère humide. En effet les Mousses ne se présentaient qu'un petit nombre de fois sur les troncs qui ne recevaient pas d'ombre et jamais elles ne montraient alors un développement égal à celui des deux autres séries d'observations.

Ici le facteur principal réglant la répartition n'est pas l'éclairement, mais l'humidité.

Enfin les *Drymoglossum* ont donné les chiffres suivants :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	
4	4	2	6	13	8	7	5	(v. fig. 15).

Le fait que les chiffres sont beaucoup plus petits que ceux des séries précédentes, prouve que les *Drymoglossum* ont aussi besoin d'un certain degré d'humidité qui n'est pas réalisé autour des troncs d'arbres qui sont exposés complètement au vent et à la lumière solaire.

Mais l'éclairement, tout en ne jouant pas un rôle prépondérant dans la répartition des *Drymoglossum*, n'est pas non plus un facteur sans importance, car on peut remarquer que dans les trois séries

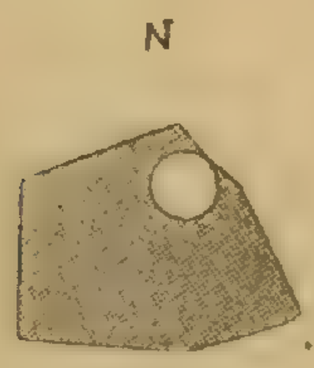


Fig. 14. — Mousses.

Fig. 15. — *Drymoglossum*.

d'observations les *Drymoglossum* ne se montrent que très rarement du côté nord.

Conclusions générales.

La répartition des épiphytes sur les troncs d'arbres aux Indes Néerlandaises est, à l'exception des facteurs morphologiques et biotiques, surtout l'effet de deux facteurs climatiques : l'éclairement et l'humidité.

Pour les *Trentepohlia*, l'influence de l'éclairement est prépondérante, et on peut dire en effet que ces Algues se développent surtout des côtés sud et sud-est.

Le total des 300 cas examinés et qui se trouvaient dans des conditions très différentes nous donne

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
32	41	30	103	104	88	55	49

Ces chiffres montrent à l'évidence que c'est avant tout du côté

sud que se rencontrent les *Trentepohlia*, ce qui confirme notre conclusion générale quant à la répartition de ces épiphytes.

Les Lichens se développent avant tout quand l'atmosphère est sèche et bien éclairée. Ici le total des 300 cas examinés est :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
143	167	163	189	156	185	155	153

Pour les Mousses, les troncs d'arbres doivent se trouver dans des conditions favorisant une atmosphère humide. En effet, en examinant les trois séries d'observations d'après l'humidité, il est clair que pour la deuxième série, l'humidité était la plus grande, or rangeons les chiffres des trois séries d'observations d'après le degré d'humidité, nous obtenons :

	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
2e série	32	32	27	25	19	25	3	42
1e série	5	21	9	26	10	34	13	9
3e série	2		1	11	10	16	10	2

Nous pouvons donc observer une diminution évidente du développement total.

Quant à la répartition des *Drymoglossum*, elle est influencée en même temps par l'éclairement et l'humidité. Le total des chiffres obtenus donne :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
11	21	17	38	44	28	15	14

C'est donc bien surtout au sud que se trouvent les *Drymoglossum*, mais le plus grand nombre se présentait dans la première série d'observations, c'est-à-dire celle qui doit être rangée en second lieu quant à l'humidité. Il leur faut donc avant tout un bon éclairement, mais aussi une certaine humidité.

* * *

La flore épiphytique des troncs d'arbres diffère encore quantitativement et qualitativement d'après l'altitude. Jusqu'à présent il ne m'a pas été possible d'examiner de plus près ce point de la question. Afin d'éviter toute erreur je dois ajouter que les observations précédentes ont été faites aux alentours de Tasikmalaya à une altitude de 350 à 400 mètres.

Tasikmalaya (Java), *Mai 1920*.

LES EUPHORBES CACTOÏDES
DU NORD-OUEST DE L'AFRIQUE

par M. Emile **JAHANDIEZ**

Au cours de deux voyages, le premier aux îles Canaries, fait en janvier et février 1912, le second dans le sud du Maroc, en compagnie de M. Jean Gattefossé, en mars 1920, nous avons eu l'occasion de parcourir de vastes régions couvertes d'Euphorbes cactoïdes donnant au paysage, dont c'est presque l'unique végétation, un caractère étrange et bien particulier.

Ces Euphorbes à port de Cactées appartiennent à la section *Diacanthium* Boiss., in D. C., *Prodr.*, XV, sect. II, 79 ; elles représentent, dans l'Ancien Monde, l'aspect des *Cereus* de l'Amérique du Sud, de même que les *Euphorbia meloformis* Ait., et *E. mamillaris* L., du Cap de Bonne-Espérance, correspondent aux *Melocactus* et à certains *Echinocactus* du Mexique ; il en est de même, d'ailleurs, des *Aloe* tenant en Afrique la place des *Agave* mexicains.

La distribution géographique de la section *Diacanthium* s'étend des îles Canaries à l'archipel malais, en passant par le Maroc, le Sénégal, le Gabon, l'Afrique du Sud, Madagascar, l'Afrique centrale, l'Abyssinie, l'Arabie, les Indes et l'Indo-Chine.

Parmi les espèces les plus remarquables, nous devons signaler l'*Euphorbia candelabrum* Trém., de l'Afrique tropicale, atteignant au Soudan jusqu'à 2 m. de circonférence et 12 m. de hauteur : selon M. A. Chevalier (1), son latex très caustique entre dans la préparation de certains poisons indigènes. L'*Euphorbia abyssinica*

(1) *Une mission au Sénégal*, p. 223.

Raeuschel, des régions chaudes d'Abyssinie, érige souvent dans son pays une cime corymbiforme de 10 à 12 m. de hauteur ; dans les serres des Jardins de Kew, près de Londres, les plus riches probablement en Euphorbes cactiformes, nous en avons vu dernièrement un exemplaire d'environ 6 m. de hauteur, ainsi que des *E. candelabrum* Trém., et *E. triangularis* Desf., de l'Afrique du Sud, tout aussi élevés. Un spécimen de l'*E. abyssinica*, d'aussi forte taille, existait en plein air, dans les Jardins Hanbury, à la Mortola, près de Vintimille, il a disparu pendant l'hiver de 1896, âgé de 29 ans ; on peut actuellement en admirer un plus puissant encore à Alger, devant l'Université. L'espèce la plus élevée serait l'*E. grandidens* Haw., du désert de Karroo, dans l'Afrique australe, dont le tronc peut atteindre de 12 à 16 m. de hauteur, avec des branches constituant une couronne ombelliforme.

Des trois espèces que nous représentons ici, l'*Euphorbia canariensis* L. est une des plus anciennement connues ; elle aurait été introduite en Europe en 1697 (1), c'est aussi celle qui présente les plus grandes dimensions et qui donne aux barrancos canariens une physionomie si spéciale. Dans son pays d'origine les vieux pieds pouvant atteindre de 5 à 7 m. de hauteur et couvrant une surface de plus de 10 mètres carrés ne sont pas rares, c'est par excellence la plante des régions volcaniques arides, où elle végète presque seule sur les laves. Voici sa description abrégée :

Euphorbia canariensis L. — Tiges dressées, épineuses, de 1 à 7 m. de hauteur, ayant de 4 à 6 côtes longitudinales et à faces planes, à angles aigus tuberculeux, chaque tubercule portant deux épines coniques, raides ; la plante est divisée en nombreuses branches arquées-ascendantes, d'un vert plus ou moins noirâtre selon les stations, remplies d'un latex caustique qui jaillit à la moindre lésion ; fleurs rouge sombre, groupées généralement par trois, naissant aux angles sur les tubercules épineux.

Cette remarquable espèce, abondante çà et là, entre 0 et 300 m. d'altitude, à l'île de la Palme, à Ténériffe et à la Grande-Canarie, semble très rare à Fuerteventure et à Lanzarote (2). C'est le *Cardon*

(1) Selon JACQUES et DUCHARTRE. *Manuel général des Plantes*. t. IV, p. 43.

(2) Cf., J. PITARD, *Les Iles Canaries, Flore de l'Archipel*, p. 340.

canalar, Chardon-brûlant des Canariens, qui, avec juste raison, craignent cette Euphorbe, beaucoup plus vénéneuse que nos espèces d'Europe. On peut en juger par le fait suivant, rapporté par Bory de Saint-Vincent (1) : « Un de mes collègues, botaniste, qui, avec son couteau, avait fait, à l'Euphorbe des Canaries, des incisions pour en obtenir du lait, et qui se borna à en bien essuyer la lame avec son mouchoir, ayant, le lendemain, à une halte d'herborisation que nous fîmes pour dîner, coupé son pain et du fromage avec le même couteau, éprouva peu après, et pendant plusieurs heures, une cuisson très désagréable aux lèvres et à la langue, pour avoir porté à la bouche l'acier où se trouvaient quelques miettes. »

Selon le très regretté Dr G.-V. Perez, de Puerto-Orotava, les Guanches, anciens habitants des îles Canaries, utilisaient le latex de cette Euphorbe pour empoisonner le poisson dans les rivières ; on emploie encore, dans le même but, l'*E. piscatoria* Ait., à Madère, l'*E. hiberna* en Irlande et beaucoup d'autres espèces en divers pays (2).

La seconde plante figurée dans cette notice est l'*Euphorbia resinifera* Berg et Schmidt, c'est la plus importante au point de vue économique. Souvent confondue, par les anciens auteurs, avec l'*E. officinarum* L., de l'Afrique centrale, d'Arabie et des Indes, c'est fort probablement à elle que nous devons le nom du genre, dédié par Dioscoride, selon Pline, à Euphorbus, médecin de Juba, roi de Mauritanie, qui employa, dit-on, le premier la gomme d'Euphorbe comme médicament ; nous en donnons ci-dessous une description abrégée :

Euphorbia resinifera Berg et Schmidt. — Plante à rameaux charnus, quadrangulaires, faces lisses, angles garnis d'aréoles distantes, portant deux petites stipules épineuses ; hauteur de 20 à 60 cm.

La photographie que nous en publions ici a été prise entre Tanant et Demnat, à environ 150 km. à l'ouest de Marrakech, dans le vaste massif montagneux des Entifa presque entièrement couvert de cette plante qui donne à ces collines un aspect étrange Selon

(1) *Essais sur les Isles Fortunées*, p. 354.

(2) Cf., pour l'Afrique du Sud, Parker Gillmore, *Days and nights by the Desert*, p. 61, etc...

notre aimable correspondant, M. le Capitaine Watier, du service forestier à Marrakech, que nous aurons encore l'occasion de citer plus loin, l'*E. resinifera* existerait, très abondant, dans le haut bassin de l'Oum er Rebia, entre 800 et 1.800 m. d'altitude, et de plus à l'est de Demnat, montagnes des Entifa, Azilal, etc.

Cette espèce est particulièrement intéressante parce qu'elle produit une gomme-résine âcre, presque aussi vésicante que les cantharides, connue par les Arabes du Maroc sous le nom de *phorbium*, elle est vendue par les herboristes de Marrakech et aussi expédiée en quantités assez importantes, en Europe, par le port de Mogador, ce qui a fait cataloguer cette plante, par certains horticulteurs allemands, sous le nom d'*E. mogadorensis*, bien que poussant à près de 300 km. de cette ville, qui envoyait, avant la guerre, la gomme d'Euphorbe à Hambourg, pour être employée par la pharmacopée vétérinaire et aussi pour être substituée à la gomme plus chère de *Thapsia* ; dans ce dernier cas il n'y avait pas de fraude, l'Euphorbe du Maroc étant plus active ; nous devons ajouter que la gomme vendue dans les Souks de Marrakech présente un fort mélange de graines et d'épines. Dans son pays d'origine elle est surtout employée, comme anesthésique, contre les maux de dents. Selon les indigènes, le miel médiocre, mais abondant, butiné par les abeilles sur l'*E. resinifera* guérirait la blennorhagie en huit jours.

Il y aurait beaucoup à dire sur le procédé délicat d'extraction de la gomme de cette Euphorbe, malheureusement nous ne sommes pas passés dans le massif des Entifa à l'époque favorable. Notre obligeant correspondant, M. le Capitaine Watier, du service forestier à Marrakech et Mogador, avec M. Massy, pharmacien-major à Meknès, etudient cette question pour le Laboratoire des résines de la Faculté de Bordeaux ; nous espérons qu'ils publieront bientôt, sur ce sujet, un important travail. Selon le Dr Cosson (1), « les indigènes font des incisions aux rameaux de la plante avec un couteau pour donner issue au liquide laiteux, corrosif, très abondant, qu'elle renferme. Ce suc, en se desséchant au soleil, devient une substance gommo-résineuse d'un blanc jaunâtre, qui est détachée de la plante au mois de septembre et qui constitue, à cet état, la gomme Euphorbe. D'après Jackson (2), la plante ne produit abondamment la gomme

1) *Note sur l'Euphorbia resinifera*, Gand, 1871, p. 6.
2 Jackson, *An account of the Empire of Marocco*, p. 134 et suiv.

qu'une année sur quatre, mais cette quatrième année en fournit une plus grande quantité que toute l'Europe n'en consomme.

« La gomme *Euphorbe*, appliquée à l'extérieur, agit comme rubéfiant et même comme cathérétique ; réduite en poudre elle détermine un éternuement violent et prolongé ; administrée à l'intérieur, c'est un violent drastique, mais bien peu usité maintenant, en raison des accidents que son âcreté peut déterminer dans les voies digestives. »

Tout comme l'*E. canariensis* c'est une plante dangereuse :

« Lorsqu'elle arriva à Paris, au Jardin des Plantes, M Houllet, le chef des serres, la nettoya et l'épousseta avec un pinceau ; cette poussière qui avait touché l'Euphorbe et qu'il avait respirée lui causa une inflammation très vive de la bouche et du pharynx dont il souffrit très sérieusément (1). »

De même que les autres Euphorbes cactoïdes du Maroc, les Arabes appellent l'*E. resinifera*, *zeggoum* et les Chleuhs du Grand Atlas la nomme *tikiout*.

La troisième espèce que nous figurons, d'après une photographie aimablement communiquée par M. le Capitaine Watier, est l'*Euphorbia Beaumieraua*, dédiée par J.-D. Hooker et Cosson, au regretté Beaumier, consul de France à Mogador, il y a une cinquantaine d'années, qui procura tant de plantes nouvelles au Dr Cosson, à la suite des voyages botaniques qu'il fit exécuter dans le Grand Atlas et dans le Sud marocain, par le rabbin Mardochée et l'arabe Ibrahim ; nous donnons, ci-dessous, une description succincte de cette espèce :

Euphorbia Beaumierana Hoock. f. et Coss. (2). — Plante de 25 cm. à 2 m. de hauteur. Tiges oblongues, obovales, plus charnues vers l'extrémité. Rameaux nombreux, inégaux et érigés, ayant de 7 à 10 angles, à sillons profonds entre les côtes. Épines stipulaires droites. Glandes de l'involucre d'un rouge intense.

Cette Euphorbe occupe, sur le littoral du Sud marocain, les mêmes places que l'*E. canariensis* à Ténériffe et à la Grande-Canarie. Selon M. le Capitaine Watier, cette espèce commence à se montrer, sur le littoral, à une cinquantaine de kilomètres au sud de

(1) *La Nature*, Les Euphorbes cactiformes, 1875, II, p. 40 et suiv.

(2) Cf. E. Cosson, Sur les Euphorbes cactoïdes du Maroc. (*Bull. Soc. Bot. France*, t. XXI, 1874, p. 164.

Mogador, entre 50 et 150 m. d'altitude, au-delà de l'Oued Igue-zoulen jusqu'à Agadir ; il en existe des stations importantes à l'embouchure de l'Assif Aït Ameur — nous en reproduisons ici une vue — ainsi qu'aux environs immédiats d'Agadir, où elle remonte la rive droite de l'Oued Sous jusqu'à 10 km. en amont de son embouchure ; d'après les récoltes du rabbin Mardochée, elle se rencontrerait encore entre Agadir et l'Oued Noun, dans l'enclave espagnole d'Ifni.

La dernière espèce d'Euphorbe cactoïde marocaine, l'*E. Echinus*, est aussi la plus méridionale, nous en donnons ci-dessous une description résumée :

Euphorbia Echinus Hook. f. et Coss. — Plante de 7 à 30 cm. de hauteur. Rameaux généralement à 6 angles, sillons entre les côtes larges et peu profonds. Épines stipulaires allongées, non réfléchies. Inflorescences à 4 ou 5, rarement 3 fleurs ; glandes de l'involucre très petites, d'un pourpre vineux à l'état sec. Capsules petites, subglobuleuses, à trois coques.

C'est la seule espèce du Maroc dont nous ne puissions présenter de photographie. Selon le Dr Cosson, elle existe dans les districts de Tazeroualt et des Aït Ba-Ahmran, au sud de Tiznit, où l'a recueillie le rabbin Mardochée ; d'après des indications plus récentes, fournies par le Capitaine Delhomme, ancien chef de service au bureau des renseignements d'Agadir, elle doit se rencontrer, dans ces régions, en mélange avec l'*E. Beaumierana*, tout au moins dans la partie septentrionale de cette zone.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 39.

Euphorbia canariensis L., dans la partie sèche du barranco de los Molinos, près la Questa (Ile de Ténériffe).

Planche 40.

Euphorbia resinifera Berg et Schmidt, couvrant les collines du massif des Entifa, près Tanant (Maroc méridional).

Planche 41.

Euphorbia Beaumierana Hook. f. et Coss., à l'embouchure de l'Assif Aït-Ameur, nord d'Agadir, associée à *Kleinia pteroneura* D. C.

EXPÉRIENCES

DE

RAJEUNISSEMENT ET DE PERFECTIONNEMENT

DE

LA POMME DE TERRE

par M. J. AUMIOT

I

Mutations gemmaires culturales des *Solanum* tubérifères sauvages

Pendant quelques années, mes essais ont porté sur cinq espèces sauvages : les *S. Commersonii* Dun., *Maglia* Schlecht., *Caldasii* Kunth., *Bitterri* Hass., *acaule* var. *caulencens* Bitt. La mauvaise adaptation des *S. acaule* et *Jamesii* au milieu où je les ai cultivés, leur faible tubérisation, l'impossibilité dans laquelle je me suis trouvé d'étendre mes expériences au-delà de certaines limites, m'ont fait abandonner ces deux espèces.

Pour les *S. Commersonii*, *Maglia* et *Caldasii*, les faits ont confirmé en 1919 et 1920, ce que j'avançais en 1918 dans ma thèse de doctorat (1).

1° Chez les *S. Commersonii*, *Maglia* et *Caldasii*, les variations se produisent dans un sens déterminé, au moins en partie, par les influences de climat et de nutrition.

2° Les variations des *S. Commersonii* et *Maglia* ont une tendance remarquable à rapprocher ces formes sauvages de *S. tuberosum*, cultivé dans le même milieu.

(1) J. Aumiot. Les mutations gemmaires culturales des *Solanum* tubériferes sauvages. (Maloine, éditeur, Lyon.)

3° Deux facteurs, la suralimentation et l'insolation sont particulièrement actifs pour déterminer, chez les plantes en essai, l'état d'affolement, de déséquilibre qui caractérise la période de prémutation.

Pas plus cette année que les précédentes, je n'ai pu obtenir la mutation de *S. Caldasii* en *S. tuberosum* cultivé. Cette plante a varié rapidement dans un sens favorable, dès la première année où je l'ai cultivée. En 1913, M. le Professeur E. Heckel, auquel je fis parvenir des échantillons, me répondit avec enthousiasme qu'il ne doutait pas que j'obtienne sa mutation dans un court délai; il n'en a rien été. En réalité, les stolons se sont considérablement raccourcis, les tubercules de nombreuses lignées agames, de violets sont devenus jaunes, les lenticelles, rares, affectent la forme de petites crevasses, au lieu d'être proéminentes, et j'observe chaque année des variations intéressantes des organes aériens ou souterrains, mais dans les limites de l'espèce, et les tubercules sont toujours aqueux, amers, impropres à la consommation de l'homme. Je n'en pense pas moins que nous devons poursuivre obstinément le perfectionnement de cette plante sauvage d'une rusticité, d'une vigueur, d'une résistance aux maladies, d'une productivité exceptionnelles ; nous pouvons le tenter avec quelque espoir de succès, non seulement par mutations gemmaires, mais encore par hybridation, comme je le montrerai.

Je cultive expérimentalement, en pots ou caisses, et en compost spécial avec superfumure au fumier de poulailler, les *S. Maglia* Schlechtendhal et *S. Commersonii* Dunal depuis 1912, le *S. Caldasii* Kunth depuis 1913.

Les *S. Maglia* conservent dans ce milieu superfumé et à chaude exposition leur vigueur première. Mais, règle générale, celle des *S. Caldasii* s'y abaisse après plusieurs générations agames, et celle des *S. Commersonii* s'affaiblit progressivement au fur et à mesure qu'ils se modifient davantage dans le sens mutatif. La vigueur de l'espèce réapparaît le plus souvent dans les formes mutées.

J'ai obtenu une première mutation de *S. Commersonii* en 1915, à Anse, dans des conditions d'expériences qui ne laissaient prise à aucun doute sur son authenticité (1). Mais la plante qui portait trois

(1) Mutations des *Solanum* tubérifères sauvages. (*Bulletin de l'Ac. d'Agr. de France*, 17 novembre 1915).

tubercules peu volumineux collés au pied de l'unique tige, ne mesurait à l'arrachage que 24 cm. de haut. Sa vigueur et sa production ont notablement augmenté dans la suite, sans que son rendement ait jamais atteint celui de nos bonnes variétés de grande culture ; une variation très nette du type s'est produite en 1917, sous un pied, à Villeurbanne. Sa fertilité, beaucoup plus élevée que celle du type les deux premières années, ne s'est pas maintenue en 1919 et 1920.

Un nouveau pied de *S. Commersonii* muta en pomme de terre comestible en 1917, à Villeurbanne. Depuis son origine, cette plante s'est montrée aussi vigoureuse que rustique, productive et absolument indemne de maladie. Tiges grosses, robustes, ramifiées, sans pigmentation. Feuillage ample, moyennement duveteux, vert franc ; folioles acuminées, accompagnées de nombreuses foliolules. Fleurs à calice mucroné, à corolle rotacée, lilas, à gynécée et androcée de *S. tuberosum*. Tubercules bien groupés, gros et très gros, oblongs, réguliers, à yeux rares, superficiels ou peu profonds. Peau jaune ; chair blanche, de bonne qualité. Plante tardive formant tôt ses tubercules ; très productive.

Une troisième mutation de la même espèce sauvage s'est produite en 1918 au Parc de la Tête-d'Or. Forme vigoureuse à caractères généraux de *S. tuberosum* cultivé, très faiblement lavée de violet à l'insertion des rameaux et des pétioles. Feuilles généralement à quatre paires de folioles, amples, étalées, accompagnées de nombreuses foliolules. Feuillage duveteux, vert grisâtre. Calice longuement mucroné ; corolle en roue, violacée. Etamines de $8^{mm},5$ de long dont $6^{mm},5$ pour l'anthère, ovaire pointu, marqué de sillons latéraux très apparents ; style de $8^{mm},5$ terminé par un stigmate clavé. Tubercules très bien groupés, moyens et surmoyens, parfois gros, ovales ou oblongs, légèrement aplatis, lisses, peu bosselés, de forme agréable, à yeux rares et superficiels. Peau jaune pâle, chair blanche. Quelques tubercules portent encore la première année d'assez nombreuses lenticelles proéminentes, seuls vestiges qui subsistent du type sauvage.

En 1919, à Anse, j'ai obtenu d'une même lignée agame de *S. Commersonii* trois plantes mutées, les nos 118-119 et 120, à caractères à peu près identiques. Formes d'une bonne vigueur, non pigmentées, à feuilles et folioles moyennes d'un vert normal ; celles-

et acuminées, moyennement gaufrées, accompagnées de foliolules. Pas de fleurs. Tubercules sur stolons très courts (1 à 30^{mm}), moyens, ovales ou mi-longs, à yeux superficiels ou peu profonds. Peau jaune, parsemée de quelques fines lenticelles saillantes ; chair blanche.

En 1920, j'ai mis en essai en pots et en compost spécial 130 plantes de *S. Commersonii*, 70 de *S. Maglia*, 90 de *S. Caldasii*, à Anse, dans un petit jardin incliné vers le midi et bien abrité des vents du nord. La plantation fut faite les 12 et 13 mai. Le 2 juin, la majorité des plantes étaient levées, et les *S. Commersonii* nos 53, 54, 286, 287 présentaient un feuillage très modifié paraissant annoncer leur mutation. Celle des deux premiers numéros s'est produite. Les numéros 286 et 287, à végétation plus en retard, sont retournés au type sauvage, après une période de stationnement durant laquelle ils avaient offert une analogie frappante avec la Pomme de terre cultivée par leurs jeunes pousses trapues, la forme, l'épaisseur, les dimensions, la gaufrure, la nuance de leurs jeunes feuilles. Ce n'était pas la première fois que j'assistais à de tels retours. Les plantes parvenues au plus haut degré de leur ébranlement apparaissent très modifiées ; elles mutent parfois, mais assez souvent reprennent graduellement la forme sauvage, et durant une assez longue période, l'œil le plus exercé reste perplexe.

Le 10 juin, *S. Maglia* n° 155 apparaissait également muté en Pomme de terre comestible, ce qui portait à trois le nombre des mutations obtenues en 1920. Je résume leur description prise le 30 août.

S. Commersonii muté n° 53.

Plante non pigmentée, très saine, à végétation déjà avancée. Trois tiges d'un fort diamètre et d'environ 0^{m}, 40 de haut. Feuilles à quatre, cinq paires de folioles acuminées, fortement gaufrées, amples, accompagnées de foliolules. Pas de fleurs. Aspect général d'une Pomme de terre cultivée.

S. Commersonii muté n° 54.

Plante très vigoureuse, saine. Deux grosses tiges de 0^{m}, 90 environ de long, à longues et fortes ramifications. Feuilles à 3-4 paires de folioles amples, acuminées, moyennement gaufrées, accompagnées de foliolules. Fleurs à corolle rotacée, blanche, calice à mucrons courts (2 mm. environ) ; étamines jaune franc ; stigmate en massue. Aspect général de la Pomme de terre cultivée.

S. Maglia muté n° 155.

Plante non pigmentée, saine, encore en pleine végétation et d'une vigueur extraordinaire. Grosses tiges de 0^m, 75 à 1^m, 60 de long avec de fortes ramifications. Feuilles amples, à 3-4 paires de folioles acuminées, moyennement gaufrées, accompagnées de foliolules. Fleurs à corolle rotacée, légèrement rose ; calices à mucrons de 2 à 3 mm. ; étamines droites, à anthères d'un jaune franc ; style assez gros terminé par un stigmate en massue.

L'arrachage eut lieu le 7 octobre.

S. C. muté n° 53 était à fin de végétation. Il portait 7 tubercules bien groupés, moyens et surmoyens, ovales ou oblongs, à yeux superficiels. Peau jaune ; chair blanche. Pas de trace de *Phytophtora*, mais 6 tubercules ont été rongés par les limaces et sont atteints de pourriture. La terre des pots était boueuse, et les bacilles de la Gangrène humide ont trouvé un passage largement ouvert par les déprédateurs pour pénétrer dans les tubercules et exercer, dans un milieu essentiellement favorable, leur œuvre de désorganisation.

S. C. muté n° 54 avait également sa fane desséchée. Il a produit 11 tubercules bien groupés, moyens et surmoyens, ronds ou presque réguliers, à yeux peu profonds ou superficiels, à peau jaune, à chair blanche. Quatre tubercules entamés par les ravageurs sont aussi atteints de pourriture. Les sept autres sont parfaitement sains.

Les tubercules de *S. Commersonii* sauvage ne sont pas attaqués par les déprédateurs qui, sans doute, n'en goûtent pas l'amertume ; aussi, les ai-je toujours vus exempts de pourriture. Il n'en est pas de même pour les tubercules mutés. Si la pénétration des bactéries à leur intérieur ne peut être facilitée par le *Phytophtora infestans* dont ils sont indemnes, elle peut l'être par les nombreux phytophages qui pullulent parfois dans le sol.

S. Maglia muté n° 155 était encore en végétation commencement octobre. Son arrachage mit à découvert 13 tubercules très bien groupés, petits à surmoyens, ronds ou peu allongés, légèrement bosselés, à yeux moyens ou peu profonds. Peau jaune à l'arrachage, rosée quinze jours après ; chair jaunâtre ; taches de *Phytophtora* sur huit tubercules, ce qui ne peut nous surprendre.

S Maglia muté n° 155 est la première mutation à chair jaunâtre que j'obtienne, soit de cette espèce, soit de *S Commersonii*.

Voyons maintenant comment se sont comportées, en 1920, les mutations que j'ai obtenues précédemment :

A Bron, en sol sablonneux, la récolte de toutes les variétés a été très amoindrie par une longue sécheresse.

S. C. mutation 1915, indemne de maladie, n'a pas été, d'autre part, trop éprouvée par le sec, et sa production en tubercules de grosseur moyenne a été suffisante. Maturité mi-tardive.

S. C. mutation 1915, variation 1917, également indemne de maladie, a beaucoup souffert de la sécheresse. Elle n'a produit que des tubercules sous-moyens et son rendement a été peu élevé.

S. C. mutation 1917 a montré une rusticité et une résistance au Phytophtora hors pair. Son rendement en beaux et gros tubercules a été supérieur. Maturité tardive.

S. C. mutation 1918 fut plantée tard, et sa productivité a été moindre qu'à Pomeys. Exemple de maladie. Tubercules moyens et surmoyens, très réguliers, à yeux superficiels. Rendement assez élevé.

S. C. mutation 1919 (n° 118 et 119) n'ont été plantés que le 4 juin, par suite d'un oubli, dans une parcelle infestée de vers blancs. Quelques pieds seulement ont subsisté ; aussi n'est-il guère possible de donner une appréciation juste sur leur productivité.

A Anse : *S. C. mutation 1915 type* et sa *variation 1917* ont été plus productives qu'à Bron, sans que leur rendement ait atteint celui des variétés de grande culture.

S. C. mutation 1917 a donné sous des plantes extrêmement vigoureuses, une récolte exceptionnelle de tubercules gros et parfois énormes. Rendement moyen de 1350 g. par plante (2 kg. 190 sous un pied).

S. C. mutation 1918 n'était représentée que par deux plantes dont le rendement a été des plus satisfaisants.

A Pomeys, *S. C. mutation 1917 a été particulièrement vigoureuse et fertile*. Beaux tubercules de forme décrite.

S. C. mutation 1918 s'est montrée remarquable par sa tenue et sa production élevée de tubercules très gros, oblongs, de forme parfaite. Variété mi-hâtive.

L'année 1920 a été marquée par une longue sécheresse dans la région lyonnaise, et il résulte des observations qui précèdent que les mutations de *S. Commersonii* (plante des marécages de l'Amérique

du Sud) se défendent mieux contre la maladie que contre la privation d'eau. Cependant, *S. C. muté en 1917* a fait preuve dans les trois stations où je l'ai cultivé d'une magnifique tenue.

Il est intéressant de suivre la filiation des plantes mutées à partir du type sauvage ou des formes déjà plus ou moins modifiées qui ont été introduites dans mes cultures.

S. C. muté en 1915 provient du type sauvage reçu de M. Labergerie en 1908, cultivé les premières années en pleine terre, puis en pots avec superfumure à partir de 1912. Des modifications intéressantes s'étaient déjà produites sur les plantes de même origine: réduction des stolons et des lenticelles, variations du feuillage et des organes floraux dans le sens mutatif.

S. C. muté en 1917 sort de *S. C. 6-E* très avantageusement modifiée en 1915 par les caractères de ses organes aériens et souterrains, notamment par ses calices à sépales non apprimés terminés par des mucrons atteignant 2 mm., ses stolons semi-ligneux ne dépassant pas 0^{m},15, ses tubercules non piriformes et sans lenticelles saillantes. Enfin, le tubercule qui donna la mutation se distinguait par ses germes rares, relativement gros et trapus, blancs.

S. C. muté 1918 est issu de S. C. 6 N. E. dont l'origine est la même que celle de *S. C. 6-E.* et, en 1919, c'est encore la même lignée agame, *S. C. 6 N E.* qui donne trois plantes mutées, les N^{os} 118, 119 et 120.

S. C. muté en 1920 N^{os} 53 et 54, descendant de *S. O. 4-O* à tubercules violacés, est avantageusement modifié en 1917, à Villeurbanne. La pigmentation violette a disparu en 1919.

S. Maglia sauvage a plus rapidement varié dans le sens mutatif que *S. Commersonii*, bien qu'il n'ait muté définitivement que plus tard. J'ai signalé (loc-cit), les importantes modifications obtenues chez cette plante en 1913, 1914 et 1916.

(A suivre)

RECHERCHES

SUR LES

MARCHANTIÉES

par M. Robert DOUIN

(suite et fin)

CHAPITRE V

CLASSIFICATION

Dans la classification due à Leitgeb et adoptée par Schiffner (1), Müller (2), Macvicar (3), Casarès Gil (4), les Hépatiques sont divisées en trois sous-classes :

1. *Marchantiales.*
2. *Jungermanniales.*
3. *Anthocerotales.*

Les *Marchantiales* se partagent elles-mêmes en deux familles.

1. *Ricciaceæ.*
2. *Marchantiaceæ* (s. ampl.).

et cette dernière famille comprend :

1. *Targionioideæ* (Targioniées).
2. *Corsinioideæ* (Corsiniées).
3. *Marchantioideæ* (Marchantiées).

(1) Schiffner V. *loc. cit.*

(2) Müller K. *loc. cit.*

(3) Macvicar S. The Student's Handbook of British Hepatics (Eastbourne, 1912).

(4) Casarès Gil. *loc. cit.*

Ce sont les Marchantiées qui ont fait l'objet de mes recherches.

I. Caractères généraux des Marchantiacées.

a) Thalle constitué comme je l'ai indiqué dans le premier chapitre par une partie axiale épaissie (nervure) et deux régions latérales amincies (ailes), présentant en dessus des chambres aérifères et des stomates, en dessous des rhizoïdes et des écailles. Celles-ci naissent toujours sur deux rangs et c'est là un caractère qui distingue les Marchantiacées des Ricciacées dont les écailles, lorsqu'elles existent, naissent successivement une à une à l'extrémité du thalle ; elles se divisent ensuite plus ou moins régulièrement par suite du développement du thalle qui rejette latéralement les deux parties de chaque écaille.

b) Sporogone complet, c'est-à-dire formé d'une racine, d'un pédicelle et d'une capsule. Les Ricciacées ont un sporogone réduit à sa capsule, sans pédicelle, avec une racine aplatie et rudimentaire. C'est en raison de ce dernier caractère, supérieur au premier, qu'on classe parmi elles le *Tesselina pyramidata* dont le thalle a cependant une constitution semblable à celle des Marchantiacées.

II. Caractères distinctifs des trois subdivisions des Marchantiacées.

Les Targioniées ont leurs archégones *portés directement par le thalle stérile* et toujours *terminaux*, ce qui arrête le développement du thalle. Un seul sporogone se développe entouré d'un involucre bivalve.

Dans les Corsiniées, les archégones, dont la naissance est surapicale, sont encore *portés directement par le thalle stérile* ; ils sont *groupés par places sur la partie médiane et longitudinale du thalle qui continue à s'accroître.*

Les Marchantiées sont caractérisées par *la présence d'un*

appareil fructifère spécial qui suffit à les séparer très nettement, non seulement des deux premiers groupes, mais encore de toutes les autres Hépatiques, ce qui en fait un groupe des plus naturels.

En réalité, ces trois groupes sont tellement distincts qu'on devrait en faire des familles : les Targioniacées, les Corsiniacées et les Marchantiacées (Marchantiées auct.).

Je vais maintenant exposer et critiquer la classification des Marchantiées, puis donner une nouvelle classification plus rationnelle pouvant être utilisée comme clef des genres.

III. Exposé et critique de la classification des Marchantiées.

Nees ab Esenbeck (1) a divisé les Marchantiées en Lunulariées (*Lunularia* et *Plagiochasma*) et Jecorariées (tous les autres genres). Cette division était fort logique : elle correspondait aux Marchantiées non sillonnées (le *Clevea* était inconnu de Nees) et aux Marchantiées sillonnées.

Dumortier (2) dans ses « *Hepaticæ europeæ* » a conservé les mêmes groupements.

Spruce (3) a donné une importance spéciale à l'involucre et au périanthe.

Stephani (4) n'indique dans son « *Species Hepaticarum* » aucune classification. Il place les Marchantiées dans un large groupe, auquel il donne le nom d' « *Anacrogyna* ». Aucune Marchantiée n'est vraiment anacrogyne. Les Marchantiées Involucrées sont nettement acrogynes ; les autres sont subacrogynes comme je l'ai montré dans le chapitre II.

Lacouture (5) divise les Marchantiées de France en trois

(1) Gottsche, Lindenberg et Nees ab Esenbeck. Synopsis Hepaticarum (p. 507 et suiv., 1846).

(2) Dumortier Hepaticæ europeæ (p. 147 et suiv., 1874).

(3) Spruce R. Hepaticæ of the Amazon and of the Andes of Peru and Ecuador (London, 1885).

(4) Stephani. Species Hepaticarum (en cours de publication depuis 1900 dans le *Bulletin de l'Herbier Boissier*).

(5) Lacouture. *loc. cit.*

groupes : les Marchantiées prôprement dites qui ont des corbeilles à propagules, les Fegatellées qui ont une capsule s'ouvrant par des valves et les Rebouliées dont la capsule s'ouvre par un opercule.

J'arrive maintenant à la classification des Marchantiées adoptée actuellement par tous les hépaticologues. Elle est due à Leitgeb qui les divise en trois groupes :

1. *Astroporæ.*
2. *Operculatæ.*
3. *Compositæ.*

Le premier groupe est caractérisé essentiellement par les stomates des chambres aérifères du thalle : ces stomates ont un aspect étoilé qui est dû à ce que leurs parois radiales sont assez fortement épaissies.

Le deuxième groupe est fondé sur la déhiscence capsulaire et renferme les Marchantiées dont les capsules s'ouvrent à maturité par la chute d'un opercule.

Müller a réuni ces deux groupes sous le nom de *Simplices.*

Le troisième groupe réunit toutes les autres Marchantiées qui, seules, posséderaient un capitule formé de plusieurs thalles.

Les Astroporées renferment les genres *Peltolepis*, *Sauteria* et *Clevea*. Or, une espèce du genre *Clevea* (*C. hyalina* (Somm.) S. O. Lindb.) possède les stomates étoilés à parois épaissies caractéristiques du groupe alors qu'une autre espèce (*C. Rousseliana*) a des stomates à parois minces.

De plus, fait extrêmement important, des *Clevea hyalina*, des *Sauteria alpina* et des *Peltolepis grandis* rapportés du col de la Vanoise et de la Gemmi et cultivés à l'ombre et à l'humidité ne présentèrent plus de stomates étoilés : leurs cellules stomatiques avaient toutes des parois minces. Par contre le *Clevea Rousseliana* cultivé au soleil a des stomates étoilés.

Un caractère susceptible de varier avec les circonstances extérieures, incapable même de bien caractériser une espèce, ne peut pas être utilisé dans une bonne classification pour caractériser un groupe important.

Aussi les trois genres d'Astroporées sont-ils très différents par leur constitution. Le tableau comparatif ci-dessous suffira à s'en rendre compte et à faire ressortir que ce groupe est tout à fait artificiel.

Cleveа	*Sauteria*	*Peltolepis*
1) Appareil femelle rejeté sur le thalle qui continue à s'allonger.	1) Appareil femelle situé à l'extrémité du thalle qui cesse de se développer.	1) Appareil femelle situé à l'extrémité du thalle qui cesse de se développer.
2) Pédoncule plein.	2) Pédoncule à un sillon.	2) Pédoncule à deux sillons.
3) Pas de dispositif d'absorption de l'eau.	3) Dispositif d'absorption de l'eau à alimentation indirecte.	3) Dispositif d'absorption de l'eau à alimentation directe.
4) Anthéridies dispersées sur la partie médiane et longitudinale du thalle.	4) Anthéridies dispersées sur la partie médiane et longitudinale du thalle.	4) Anthéridies groupées en un disque situé sur le thalle en arrière de l'appareil femelle.

Quelle est la valeur du deuxième groupe ? Ainsi que l'a fort bien vu Andræas John (1), toutes les Marchantiées ont une capsule operculée. Cet opercule est plus ou moins large et se distingue du reste de la capsule parce qu'il est formé de plusieurs couches de cellules. Lorsque la capsule a atteint sa maturité, il tombe ; s'il est petit, comme dans le plus grand nombre des Marchantiées, la masse des spores et les fibres radiales, qui existent très souvent, font éclater la paroi capsulaire qui se divise en valves irrégulières et facilite ainsi la dissémination des spores. Par contre, si l'opercule est large, la paroi de la capsule reste entière ou à peu près entière après la chute de l'opercule. C'est le cas des Operculatées auxquelles appartiennent les genres *Reboulia*. *Grimaldia*, *Fimbriaria*, *Neesiella* et *Plagiochasma*. L'opercule du *Plagiochasma rupestre* est encore relativement grand, mais la paroi capsulaire se déchire en valves très irrégulières.

(1) Andræas John. Ueber den Bau der Wand und die Oeffnungsweise des Lebermoossporogoniums (*Flora*, Bd. 86, S. 164-213, mit Taf. XII, 1899).

En outre, le *Plagiochasma* possède des stomates étoilés : on aurait donc pu aussi bien le mettre dans le premier groupe. Par l'ensemble de ses caractères, il s'écarte tout à fait des quatre autres genres d'Operculatées comme le montre le tableau ci-dessous :

Plagiochasma	*Reboulia, Grimaldia, Fimbriaria, Neesiella*
1) Stomates des chambres aérifères à parois radiales épaissies.	1) Stomates des chambres aérifères à parois radiales minces.
2) Appareils mâles et femelles disposés les uns à la suite des autres sur le milieu du thalle qui continue à s'allonger.	2) Appareils femelles toujours isolés et situés à l'extrémité des ramifications du thalle qui cesse vite de se développer ; androcies rarement placées l'une à la suite de l'autre.
3) Capitules réduits à la soudure des involucres réunis par une très petite partie de thalle avec stomates.	3) Capitules lobés ayant une véritable structure de thalle avec chambres aérifères et stomates composés.
4) Pédoncule plein.	4) Pédoncule creusé de un sillon.
5) Pas de dispositif d'absorption de l'eau dans le capitule.	5) Présence dans le capitule d'un dispositif d'absorption de l'eau à alimentation indirecte.

Enfin, pour achever de prouver combien ce caractère de l'opercule est insuffisant pour justifier la création du groupe des Operculatées, je citerai encore l'exemple du *Sauteria alpina*. Cette espèce a des capsules munies d'un opercule assez grand et pourrait, à ce point de vue, rentrer dans les Operculatées aussi bien que le *Plagiochasma*. Ce caractère du large opercule pourrait permettre de constituer un groupe de moindre importance à la condition d'en exclure le *Plagiochasma* complètement différent de tous les autres genres du groupe des Operculatées.

Le groupe des Compositées renferme les genres les plus variés et les plus différents. Il a été créé par Leitgeb pour réunir les Marchantiées possédant un disque mâle ou un capitule femelle formé par un *Verzweigungsystem*, ce que l'on reconnaît aux anthéridies disposées en séries centrifuges ou aux archégones groupés et disposés en séries centripètes, les plus âgés à la périphérie et les plus jeunes vers le pédoncule. Or, cette disposition des archégones, signalée

la première fois par Mirbel (1), ne se réalise que dans le *Marchantia* à la suite de développements secondaires (Voy. chap. II) car, au début, ces archégones sont subterminaux et groupés à la périphérie du capitule (Pl. 24, phot. I). Ce n'est qu'à la fin du développement que les archégones sont bien disposés en séries centripètes. Quoi qu'il en soit, j'ai montré dans le chapitre précédent que, *si les disques mâles pédonculés seuls étaient formés de plusieurs thalles condensés* (jusqu'à huit dans le *Marchantia polymorpha*), par contre, *les capitules femelles de tous les genres sans exception étaient formés par plusieurs ramifications d'un même thalle*. En conséquence, toutes les Marchantiées devraient faire partie des Compositées, et, par suite, ce groupe devient inexistant.

A titre d'exemple, je me contenterai de comparer parmi la douzaine de genres qui rentrent dans les Compositées les quatre suivants :

Lunularia	*Fegatella*	*Dumortiera*	*Marchantia*
1) Capitule strictement réduit aux involucres soudés.	1) Capitule de forme conique possédant des chambres aérifères et des stomates.	1) Capitule présentant 6-10 lobes et possédant des chambres aérifères et des stomates.	1) Capitule présentant normalement 9 rayons et possédant des chambres aérifères et des stomates.
2) Pédoncule du chapeau femelle non sillonné et situé sur le thalle.	2) Pédoncule du chapeau femelle unisillonné et situé à l'extrémité du thalle.	2) Pédoncule du chapeau femelle bisillonné et situé à l'extrémité du thalle.	2) Pedoncule du chapeau femelle bisillonné et situé a l'extrémité du thalle.
3) Pas de dispotif d'absorption de l'eau.	3) Un dispositif d'absorption de l'eau à alimentation indirecte.	3) Un dispositif d'absorption de l'eau à alimentation directe.	3) Un dispositif d'absorption de l'eau à alimentation directe.
4) Disques mâles sessiles.	4) Disques mâles sessiles.	4) Disques mâles pédonculés (deux sillons).	4) Disques mâles pédonculés (deux sillons).
5) Stomates simples.	5) Stomates simples dans le thalle, composés dans le capitule.	5) Ni chambres aérifères, ni stomates dans le thalle.	5) Stomates du thalle et du capitule en tonnelet.

(1) Mirbel. *loc. cit.*

On voit donc par ce tableau que ces quatre genres ne possèdent aucun caractère commun qui n'appartienne en même temps à toutes les Marchantiées. Il en est de même des autres genres.

Le *Fimbriaria californica*, d'après les dessins de Howe (1), a des archégones groupés par places: ce serait donc une Compositée. Ainsi dans le genre *Fimbriaria* certaines espèces feraient partie des Operculatées alors qu'une autre espèce ferait partie des Compositées. Cet exemple à lui seul est suffisant pour apprécier la valeur du groupe.

Enfin, l'*Exormotheca pustulosa* a été placé par Schiffner dans les Astroporées (j'avoue ne pas en savoir la raison puisque cette Marchantiée n'a pas de stomates étoilés, mais des chambres aérifères hautement saillantes) et par Müller dans les Compositées parce que les archégones sont groupés par place dans le capitule. Ceci montre que les auteurs ne s'entendent pas du tout sur le groupe, ce qui n'arriverait pas s'il possédait des caractères précis.

De ce qui précède, il résulte indiscutablement que cette classification des Hépatiques ne peut être conservée. Aussi ai-je voulu en proposer une autre.

IV. Nouvelle classification.

La nouvelle classification est fondée essentiellement sur trois caractères de premier ordre qui appartiennent à l'appareil fructifère et sont absolument constants. Ce sont :

1) L'origine et la place de l'appareil fructifère.

2) La constitution du capitule.

3) La présence ou l'absence des sillons dans le pédoncule.

Dans une note à l'Académie des Sciences (2), j'ai déjà

(1) Howe M. A. *loc. cit.*
(2) Douin R. *loc. cit.*

donné une idée de cette classification en divisant les Marchantiées en *Marchantiées acrogynes* et *Marchantiées anacrogynes* par analogie avec les deux subdivisions des Jungermanniacées. J'envisageais en cette occasion non plus *la position des archégones,* mais *celle de l'appareil fructifère* particulier aux Marchantiées. Chez certaines, en effet, l'appareil fructifère — je l'ai montré dans le chapitre II — est toujours ventral subterminal, et, lorsqu'il commence à se développer, le thalle cesse de s'accroître de sorte que cet appareil femelle devient en fait terminal. Chez les autres, au contraire, il est primitivement dorsal subterminal, mais comme le thalle continue à s'allonger, il se trouve, en même temps qu'il grossit, comme rejeté en arrière du point végétatif du thalle et on peut souvent voir sur une même ramification plusieurs appareils femelles à différents états de leur développement.

Les expressions de *Marchantiées acrogynes* et *anacrogynes*, étant employées ici dans un sens différent de celui qui leur est donné dans la classification des Jungermanniacées, étaient susceptibles de prêter à confusion : aussi ai-je préféré les remplacer par celles de *Marchantiées sillonnées* et *non sillonnées* qui, elles, ne prêtent à aucune ambiguité tout en notant un caractère important. Dans les premières, le pédoncule du chapeau est creusé de un ou deux sillons, tandis que dans les secondes, il est toujours plein (1).

Schiffner a entrevu la possibilité d'une telle subdivision des Marchantiées ; mais il ne s'y est pas arrêté et a écrit : « *Leitgeb hat eine andere weit natürlichere Gruppierung vorgeschlagen...* » Je crois avoir cependant montré d'une

(1) Il y a lieu cependant de remarquer que le g. *Lunularia* ne s'accorde pas avec les deux groupes ainsi formés, attendu que si son pédoncule n'est pas sillonné, la naissance du thalle femelle qui le porte est ventrale subterminale comme dans les Marchantiées sillonnées. C'est donc un genre intermédiaire qui devrait être placé à part : je l'ai cependant laissé dans le premier groupe en raison de la commodité du caractère des sillons pour la détermination.

façon définitive combien les groupes de Leitgeb étaient peu naturels.

La constitution du capitule m'a permis de créer des subdivisions qui réunissent les genres présentant les plus grandes affinités entre eux.

J'ai ainsi divisé les *Marchantiées non sillonnées* en deux tribus : celle des *Involucrées*, caractérisée par la présence d'un capitule réduit à la soudure des involucres enveloppant les sporogones ; et celle des *Subinvolucrées*, chez lesquelles le chapeau femelle possède à sa partie supérieure une indication de lobes représentée par ce qu'on appelle l' « impression » du capitule.

Les *Marchantiées sillonnées* qui sont beaucoup plus nombreuses ont été partagées, grâce au même caractère, en quatre tribus :

1) Les *Marchantiées Inférieures* ont des sporogones enfouis dans la masse du capitule qui présente entièrement une structure de thalle avec des stomates en dessus et des poils absorbants en dessous : ceux-ci ne sont pas localisés dans des cavités pilifères spéciales et naissent de presque toute la masse interne du capitule.

2) Les *Marchantiées Involucrées* ont leur chapeau formé par la concrescence des involucres juxtaposés sans aucune partie de thalle au dessus.

3) Les *Marchantiées Lobées* sont caractérisées par les saillies arrondies ou lobes plus ou moins nets de leur capitule ; ces lobes présentent la structure d'un thalle et recouvrent toujours les involucres qui sont dépourvus de chambres aérifères et de stomates.

4) Les *Marchantiées Rayonnées* ou *Marchantiées Supérieures* possèdent des capitules à structure de thalle et montrant des rayons plus ou moins saillants qui renferment chacun une cavité pilifère.

TABLEAU DES GROUPES

Ce tableau résume les caractères des divers groupes de la classification proposée.

+ Pédoncule non sillonné et situé sur le thalle :

Marchantioideæ non sulcatæ

× Capitule réduit aux involucres soudés sans aucune partie à structure de thalle ; anthéridies dispersées ou androecies rejetées latéralement. . 1 — *Involucratæ (non sulcatæ.)*

× Capitule constitué par les involucres qui sont réunis à leur base par une petite partie à structure de thalle plus ou moins arrondie avec chambres aérifères et stomates; appareils mâles et femelles situés sur la partie médiane et longitudinale du thalle. . 2 — *Subinvolucratæ.*

+ Pédoncule sillonné et situé à l'extrémité du thalle :

Marchantioideæ sulcatæ

● Sporogones enfouis dans le capitule qui présente entièrement la structure caractéristique des thalles avec des chambres aérifères et stomates en dessus ou en dehors et des poils absorbants en dessous ou en dedans. 3 — *Inferiores.*

● Capitule strictement réduit aux involucres soudés par leurs bases . . . 4 — *Involucratæ (sulcatæ).*

● Capitule montrant extérieurement une partie à structure de thalle avec chambres aérifères et stomates composés, et en dessous des involucres sans chambres ni stomates ; à la périphérie se voient des lobes plus ou moins nets. . . . . 5 — *Lobatæ.*

● Capitule ayant la même composition que dans le groupe précédent, mais montrant en plus des rayons renfermant les cavités pilifères. . . . . 6 — *Radiatæ.*

TABLEAU DES GENRES

1 — *Involucratæ (non sulcatæ)*

● Appareils femelles situés l'un derrière l'autre sur la partie médiane et longitudinale du thalle. Anthéridies à ostioles saillants dispersées sur la partie médiane du thalle. . . . . *Clevea.*

● Appareils mâles ou femelles rejetés alternativement et régulièrement à droite et à gauche sur le côté du thalle. Capitule formé par quatre involucres disposés en croix. Corbeilles à propagules semilunaires . . . . . *Lunularia.*

2 — *Subinvolucratæ*

Ne comprement qu'un seul genre. Les appareils mâles ou femelles sont situés l'un derrière l'autre sur la partie médiane et longitudinale du thalle. *Plagiochasma*

3 — *Inferiores*

§ Involucres dressés et généralement au nombre de deux. Thalle stérile à chambres aérifères formant en dessus une haute saillie conique. Androecies allongées sur le milieu du thalle. Appendice des écailles lancéolé.

+ Capitule subsessile de forme plus ou moins hémisphérique. Poils absorbants naissant de sa partie inférieure . . . . . *Corbierella.*

+ Capitule pédonculé et plus ou moins invaginé autour du sommet du pédoncule. Rhizoïdes naissant dans cette invagination . . . . *Exormotheca.*

§ Involucres pendants et nombreux (jusqu'à huit) Capitule conique. Chambres aérifères du thalle peu saillantes, mais très grandes et visibles à l'œil nu. Androecies elliptiques et rejetées latéralement. Appendice des écailles plus ou moins elliptique . . . . . *Fegatella.*

4 — *Involucratæ (sulcatæ)*

+ Un seul sillon pédonculaire. Anthéridies dispersées sur la partie médiane et longitudinale du thalle, chacune dans un involucre terminé par un petit ostiole saillant . . . . . *Sauteria.*

+ Deux sillons dans le pédoncule. Androecies petites, arrondies et situées ordinairement un peu en arrière de l'appareil fructifère. . . . . *Peltolepis.*

5 — *Lobatæ*

§ Pédoncule à un seul sillon. Androecies sessiles (Operculatées des auteurs, *Plagiochasma* exclu).

× Pas de périanthe autour des sporogones

— Androecies en forme de cœur arrondi. Lobes du capitule très net. Thalle large (6-10$^{m}/_{m}$) . . . . . *Reboulia.*

— Androecies plus ou moins arrondies à l'extrémité d'un rameau ventral libre ou rejetées latéralement (d'après Massalongo). Capitules globuleux à lobes peu ou pas accusés extérieurement. Thalle étroit (2-5 $^{m}/_{m}$) . . . . . *Neesiella.*

— Androecies allongées sur le milieu du thalle. Capitule globuleux. Thalle étroit (2-5 $^{m}/_{m}$) . . . . . *Grimaldia.*

× Périanthes longuement saillants sous le capitule, hyalins, d'abord plissés, puis divisés en lanières pendantes . . . . . *Fimbriaria.*

§ Pédoncule à deux sillons. Appareil mâle pédonculé (deux sillons) comme l'appareil femelle.

● Thalle grand, dépourvu de chambres aérifères et de stomates, montrant à la surface un réseau irrégulier de lignes saillantes ; pas d'écailles sous le thalle. Capitule ayant jusqu'à sept ou huit lobes. *Dumortiera.*

● Thalle petit avec chambres aérifères et stomates. Capitule généralement à quatre lobes . . . . . *Bucegia.*

6 — *Radiatæ*

× Capitule à quatre rayons peu accusés. Disque mâle arrondi, non lobé. Pas de corbeilles à propagules . . . . . *Preissia.*

× Capitule présentant normalement neuf rayons très longs. Disque mâle à lobes nets (normalement huit). Corbeilles à propagules rondes . . *Marchantia.*

J'ai limité ma classification aux Marchantiées européennes, mais il serait facile d'y faire rentrer les rares genres exotiques comme *Cryptomitrium*, *Wiesnerella*, *Marchantiopsis*.

On s'étonnerait à tort de voir figurer dans les Sillonnées Inférieures le *Corbierella algeriensis*. En effet cette Marchantiée, dont Ch. Douin et L. Trabut ont fait un genre spécial, a été considérée à tort par Stephani comme appartenant au genre *Exormotheca* en raison des chambres aérifères fortement saillantes. Le capitule de ce dernier genre est porté par un pédoncule creusé d'un sillon, alors que celui du *Corbierella* est subsessile, mais présente cependant parfois un rudiment de pédoncule avec une ébauche de sillon. La constitution des deux capitules est d'ailleurs peu différente et il y a lieu de réunir ces deux genres dans un même groupe ; le *Corbierella* doit, à mon avis, être considéré comme une Marchantiée sillonnée peu évoluée.

Quant au *Fegatella*, il n'a été classé avec les deux genres précédents qu'en raison de ses involucres offrant la même constitution ; mais ces involucres sont devenus pendants par suite du développement secondaire du capitule. Quoi qu'il en soit, le genre *Fegatella* est beaucoup plus parfait que les deux autres et pourrait être mis à part.

V. Filiation des Marchantiées.

Je ne tenterai pas, pour terminer mon travail, de donner ici une filiation des Marchantiées : il me paraît beaucoup trop osé de vouloir établir des enchaînements de genres étant donné ce que nous savons de ces Hépatiques. Notons en passant que les données paléontologiques, qui seraient d'un précieux secours, sont des plus réduites.

Cependant je ne puis m'empêcher de montrer la pauvreté des essais qui ont été faits jusqu'ici et qui dénotent des connaissances superficielles sur les Marchantiées.

Lucien M. Underwood (1) a donné le premier un essai d'évolution des Hépatiques qui est des plus fantaisistes. L'étude anatomique et morphologique des Marchantiées l'aurait certainement empêché, pour ne donner qu'un exemple, de faire descendre le *Peltolepis* et le *Clevea* d'une part, le *Plagiochasma* et le *Fimbriaria* d'autre part, du *Corsinia*. Les affinités entre tous ces genres sont, comme le montre mon étude, très lointaines.

Müller (2) a lui aussi émis des idées tout à fait inexactes, faisant dériver le *Peltolepis* du *Clevea* et le *Fimbriaria* du *Plagiochasma* alors que ces genres sont séparés par une différence de la plus haute importance, l'origine de l'appareil fructifère. Un troisième rameau divergent serait constitué par le genre *Exormotheca* duquel descendrait le *Marchantia*. Ces erreurs proviennent simplement d'un mauvais point de départ. Ayant adopté les vues et la classification de Leitgeb, Müller a voulu adapter sa filiation à cette classification.

Remarquons encore que Undervood et Müller font descendre les unes des autres des plantes vivant actuellement, comme le *Peltolepis* du *Clevea* par exemple. Cette façon d'envisager l'évolution est d'autant moins admissible qu'il n'existe aucun caractère commun — à part les caractères généraux des Marchantiées — entre les genres considérés.

Enfin un dernier essai de filiation des Marchantiées a été tenté par Cavers (3).

(1) Underwood L. M. Evolution of the Hepaticæ (*Proc. Am. Assoc.*, 43, 1895, P.259).

(2) Müller K. *loc. cit.*

(3) Cavers F. The Interrelationship of Bryophyta. Marchantiaceæ (*New Phytologist*. IX, p. 137-186).

CONCLUSION

Au cours de ce travail, j'ai tout d'abord prouvé que l'accroissement du thalle des Marchantiées se faisait par le fonctionnement d'une seule « initiale » et non pas par les cloisonnements répétés d'un certain nombre de cellules disposées horizontalement au fond du sinus du thalle.

Puis, j'ai étudié la ramification du thalle et mis en évidence des types de ramification extrêmement variés, dont quelques-uns avaient jusqu'ici échappé aux Hépaticologues, celui de la « bifurcation contrariée » par exemple.

Certains de ces modes de ramification m'ont permis de saisir la véritable origine des appareils mâles et femelles. En effet, les capitules femelles portés par un pédoncule à un ou deux sillons sont encore considérés par les auteurs comme la suite directe du thalle ; or, j'ai pu montrer que tous les appareils femelles, ainsi que les appareils mâles pédonculés, étaient dus à un point végétatif spécial naissant au-dessus ou au-dessous du point végétatif du thalle.

J'ai suivi ensuite le développement d'un certain nombre de ces appareils, et j'ai pu constater que les archégones n'étaient terminaux que dans les Marchantiées Involucrées, qui sont ainsi les seules Marchantiées nettement acrogynes. J'ai montré aussi que les appareils mâles et femelles pédonculés étaient plus compliqués qu'on ne le croit généralement par suite de la présence d'un petit thalle basilaire passé inaperçu jusqu'ici. En outre, j'ai mis en évidence que les organes protecteurs des sporogones appelés « involucres » sont très différents au point de vue morphologique. Dans les Marchantiées Inférieures, ils ont entièrement la structure de thalle ; dans les Marchantiées Involucrées, ils n'ont pas cette structure ; enfin dans les Marchantiées Lobées et

Rayonnées, ils ne la présentent qu'en partie J'ai encore indiqué, au cours de ce travail, par des caractères morphologiques et physiologiques, les différences profondes qui devaient être établies entre les « lobes » et les « rayons » du capitule des Marchantiées, désignations données autrefois par Nees ab Esenbeck sur le *Marchantia polymorpha* et que les auteurs ont ensuite appliquées d'une manière contradictoire.

J'ai étudié aussi dans les capitules femelles et les disques mâles à pédoncule sillonné un dispositif d'absorption de l'eau qui n'avait encore fait l'objet d'aucun travail (alimentation directe ou indirecte).

Ces recherches m'ont apporté la preuve que — contrairement aux idées en cours — tous les appareils fructifères et tous les appareils mâles pédonculés étaient effectivement constitués par une agglomération de thalles provenant des diverses ramifications d'un même thalle initial.

Fort de toutes ces données et m'appuyant aussi sur d'autres observations critiques, j'ai pu facilement montrer que la classification actuelle des Marchantiées ne pouvait pas être adoptée : en effet, j'ai mis en évidence qu'elle était établie en partie sur des faits inexacts et, d'autre part, sur des caractères qui ne sont pas constants. J'ai donc proposé une nouvelle classification fondée sur d'autres caractères plus importants ne prêtant à aucune ambiguité. En outre ces caractères, aussi bien par leur constance que par leur simplicité, permettent presque toujours la détermination des groupes et des genres avec une simple loupe, sinon à l'œil nu.

En somme, l'ensemble de ces recherches, qui ont trait à un groupe de végétaux spécial mais assez complexe, celui des Marchantiées, aboutit à des conclusions qui éclairent d'une manière précise ce fait général : une classification rationnelle des êtres vivants ne peut pas faire abstraction des caractères du développement.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Andræas** (John). — Ueber den Bau der Wand und die Oeffnungsweise des Lebermoossporogoniums. (*Flora,* Bd. 86, S. 161-213, mit Taf. XII, 1899).

[2] **Bolleter** (E). — *Fegatella conica* (L.) Corda. Eine morphologisch-physiologische Monographie. (*Bot. Centralblatt,* Leipzig, Beihefte XVIII, 1905, Abt. 1, p. 327-408, mit 2 Taf.).

[3] **Casarès** (Gil). — Hepaticas. (in *Flora Iberica,* Museo nacional de ciencias naturales, Madrid, 1909).

[4] **Cavers** (F.). — On the structure and biology of *Fegatella conica.* (*Annals of Botany,* Vol. XVIII, N° LXIX, January 1904).

[5] — Contribution to the biology of Hepaticæ. Part, I. *Targionia, Reboulia. Preissia, Monoclea.* (Leeds, 1904, 8°, 47 p. with 12 fig.).

[6] — The Interrelationship of Bryophyta. Marchantiaceæ. (*New Phytologist,* IX, p. 157-186).

[7] **Douin** (Ch.). — Le capitule du *Marchantia polymorpha* expliqué par Leitgeb et ses disciples. (*Rev. gén. de Bot.,* T. XXXII, pp. 57-71, 1920).

[8] — et **Trabut** (L.). — Deux Hépatiques peu connues. (*Rev. gén. de Bot.,* T. XXXI, pp. 321-328, 1919).

[9] **Douin** (Ch.) et (R.). — Le *Reboulia hemispherica* Raddi. (*Rev. gén. de Bot.,* T. XXX, p. 135, 1918).

[10] **Douin** (R.). — Le Sporophyte chez les Hépatiques. (*Rev. gén. de Bot.,* T. XXIV, 1912).

[11] — Sur les dispositifs de l'absorption de l'eau dans le capitule femelle et le disque mâle des Marchantiées. (*Comptes rendus des séances de l'Ac. des Sc.,* T. CLVII, p. 997, 1913).

[12] — Sur le développement de l'appareil fructifère des Marchantiées. (*Comptes rendus des séances de l'Ac. des Sc.,* T. CLVIII, p. 1435, 1914).

[13] **Dumortier.** — Hepaticæ europeæ (p. 147 et suiv., 1874).

[14] **Evans** (Al. W.). — Contributions from the United States National Herbarium. (Vol. 20, part. 8, 1920. The north american species of *Asterella*).

[15] **Gœbel** (K.). — Zur vergleichenden Anatomie der Marchantiaceen. (*Arbeit des bot. Instituts in Würzburg*, S. 259, 1882).

[16] — Zur Kenntniss und Verbreitung der Marchantiaceengattung *Exormotheca*. (*Flora*, Bd. 95, S. 244-250, 1905).

[17] **Gottsche, Lindenberg** et **Nees ab Esenbeck**. — Synopsis Hepaticarum. (p. 507 et suiv., 1846).

[18] **Graham Margaret**. — The developpment of the sporogonium and adjacent tissues of the gametophore of *Conocephalus conicus*. (*Bull. Torr. Bot., Club.* XXXVI, 1909, p. 615-623, pl. 30-33).

[19] **Hofmeister**. — Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Gymnospermen. (mit 33 Taf., Leipzig, 1851).

[20] **Howe** (M. A.). — The Hepaticæ and Anthocerotes of California. (*Memoirs of the Torrey Bot. Club.*, Vol. VII, 1899).

[21] **Kny** (L.). — Ueber ächte und falsche Dichotomie in Pflanzenreiche. (*Bot. Zeit.*, 1872, S. 699).

[22] — Bau und Entwickelung der *Marchantia polymorpha*. (Sonderabdruck aus dem Text der VIII Abteilung der *Botanischen Wandtafeln*, 1890).

[23] **Lacouture**. — Les Hépatiques de la France (Paris, 1905).

[24] **Leitgeb** (H.). — Die Inflorescenzen der Marchantiaceen. (*Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.* Bd. LXXXI, 1 Abt., 1880).

[25] — Untersuchungen über die Lebermoose. (Heft VI). Die Marchantiaceen und allgemeine Bemerkungen über Lebermoose (158 S., 4°, mit 11 lith. Taf., Graz, 1881).

[26] **Lesage**. — Sur le balancement organique entre le pédicelle du chapeau femelle et le pédicelle du sporogone dans les Marchantiées. (*Bull. Soc. Médic. Ouest*, XIX, 1910, pp. 1-4).

[27] — Balancement organique entre le pédicelle du chapeau femelle et le pédicelle du sporogone dans le *Lunularia vulgaris*. (*C. R. Ac. des Sc.*, T. CLX, pp. 679-681, 1915).

[28] **Macvicar** (S.). — The Student's Handbook of British Hepatics. (Eastbourne, 1912).

[29] **Marchal** (El. et Em.). — Recherches expérimentales sur la sexualité des spores chez les Mousses dioïques. (*Mém. cour. par Cl. Sc. Ac. Roy. de Belgique*, 2 séries, T. 1, 1906).

[30] **Massalongo** (C.). — Le Marchantiaceæ della Flora europea. (*Atti del reale Instituto Veneto di scienze, lettere ed arti*, 1915-1916, T. LXXV, parte secunda).

[31] **Mirbel.** — Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Marchantia polymorpha*. (*Mém. de l'Ac. des Sc. de l'Institut de France*, 1835).

[32] **Müller** (K.). — Die Lebermoose Deutschlands, Œsterreichs und der Schweiz. (in Dr L. Rabenhorst's *Kryptogamen Flora*, Leipzig, 1906-1911).

[33] **Schiffner** (V.). — Morphologische und biologische Untersuchungen über die Gattungen *Grimaldia* und *Neesiella*. (*Hedwigia*, XLVII, 1908, p. 306-320, Taf. VIII).

[34] — Die Lebermoose. (in Engler und Prantl. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Leipzig, 1909).

[35] **Solms Laubach**. — Ueber *Exormotheca* Mitt., eine wenig bekannte Marchantiaceengattung. (*Bot. Zeit.*, 1897, S. 1-16, Taf. 1.

[36] **Spruce** (R.). — Hepaticæ of the Amazon and of the Andes, of Peru and Ecuador. (London, 1885).

[37] **Stephani**. — Species Hepaticarum (en cours de publication depuis 1900 dans le *Bulletin de l'Herbier Boissier*).

[38] **Underwood** (L. M.). — Evolution of the Hepaticæ. (*Proc. Am. Assoc.*, 43, 1895, P. 259).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 17

Photographie I. — Coupe longitudinale d'un thalle stérile du *Lunularia* montrant l'initiale et les cellules provenant de ses cloisonnements sur ses faces inférieure et supérieure. On voit à droite les écailles protectrices du point végétatif qui se recourbent sur le thalle. × 383.

Photographie II. — Coupe horizontale dans l'extrémité d'un thalle du *Lunularia* montrant au fond du sinus de ce thalle l'initiale et les cellules provenant de ses cloisonnements sur ses faces latérales. Dans le sinus du thalle se trouvent les écailles protectrices du point végétatif coupées transversalement. × 383.

Planche 18

Photographie I. — Coupe horizontale dans l'extrémité d'un thalle du *Marchantia polymorpha* montrant au milieu des sinus du thalle un jeune appareil femelle. Cette photographie montre encore, en bas, quatre rangées d'écailles disposées en W et qui sont l'indice d'un commencement de bifurcation représenté sur la photographie II. × 316.

Photographie II. — Coupe parallèle et supérieure à celle de la photographie I montrant, protégés par des écailles coupées transversalement, deux saillies arrondies et trois sinus ; les deux saillies ne sont pas autre chose que les deux petits lobes du début d'une bifurcation et celle-ci aurait été « contrariée » par le développement de l'appareil femelle qui a pris naissance au-dessous. × 316.

Planche 19

Photographie I. — Coupe longitudinale d'un thalle du *Plagiochasma* sur lequel avait pris naissance une andrœcie ; on voit à la partie supérieure de celle-ci une jeune anthéridie formée seulement de deux cellules. Au-dessous de l'andrœcie se trouve le point végétatif du thalle qui aurait continué à fonctionner. × 383.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un thalle du *Plagiochasma* montrant une andrœcie âgée dont on remarquera la forme aplatie et plus élevée en arrière (à gauche sur la phot.) qu'en avant. On voit aussi une série d'anthéridies à différents états de développement ; l'une d'entre elles (celle de gauche) est complètement mûre et la plupart des anthérozoïdes ont déjà été mis en liberté. × 48.

Planche 20

Photographie I. — Coupe longitudinale d'une andrœcie du *Fegatella* montrant cinq anthéridies à différents stades de développement ; elles sont d'autant plus âgées qu'elles sont plus éloignées du point végétatif (à droite). On remarquera aussi la protection de l'andrœcie, au-dessus par le thalle, en avant par des écailles. × 120.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un thalle du *Plagiochasma* montrant un très jeune appareil femelle et au-dessous l'initiale du thalle et les cellules résultant de ses cloisonnements sur ses faces inférieure et supérieure. × 383.

Planche 21

Photographie I. — Coupe longitudinale d'un très jeune appareil femelle du *Lunularia* encore réduit à un petit mamelon sur lequel se développent les archégones; ceux-ci sont d'abord dressés comme le montre bien celui qui est intéressé par la coupe et dont l'oosphère et la cellule du canal sont très nets. Le jeune appareil est bien protégé par de nombreuses écailles et par le thalle qui continue à s'allonger au-dessus de lui. × 383.

Photographie II. — Coupe transversale d'un jeune capitule du *Lunularia* montrant nettement quatre places à archégones. × 198.

Photographie III. — Coupe longitudinale d'un jeune appareil femelle du *Lunularia;* la coupe passe par deux places à archégones ; au cours du développement, ces derniers ont été peu à peu rejetés latéralement jusqu'à devenir horizontaux. × 91.

Planche 22

Photographie I. — Coupe longitudinale d'un thalle du *Reboulia* à l'extrémité duquel s'est développé un jeune appareil femelle qui apparaît sous la forme d'un petit mamelon arrondi protégé par des écailles. × 393.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un appareil femelle du *Reboulia* en voie de développement. L'accroissement du capitule a rejeté sur le côté les archégones primitivement dressés, qui peu à peu sont devenus pendants ; on en voit un à gauche du pédoncule du chapeau et à droite une cavité pilifère est en voie de formation. La coupe montre encore le pédoncule très court et la collerette qui se fend en écailles pendantes. Le sillon pédonculaire est déjà formé au milieu du pédoncule mais les cavités pilifères n'ont pas encore donné de poils absorbants. × 100.

Planche 23

Photographie I. — Coupe longitudinale d'un jeune appareil femelle du *Marchantia polymorpha*. Le thalle continue à s'allonger quelque peu (en haut et à gauche de la phot.) au-dessus de l'appareil qui est bien protégé par les écailles qui se recourbent sur lui. × 316.

Photographie II. — Coupe transversale d'un jeune capitule du *Marchantia polymorpha* montrant (la coupe est légèrement oblique) six des huit sommets végétatifs que l'on peut retrouver dans ce capitule ; autour de lui se trouvent les écailles protectrices, à droite et à gauche les lobes du thalle. × 316.

Planche 24

Photographie I. — Partie droite de la coupe longitudinale d'un appareil femelle du *Marchantia polymorpha*. L'appareil était en voie de développement et les archégones sont subterminaux et disposés horizontalement, le plus âgé au-dessus des autres. × 393.

Photographie II. — Coupe transversale d'un appareil femelle du *Marchantia polymorpha* déjà bien développé montrant au centre le pédoncule et ses deux sillons et tout autour les rayons (on en voit seulement huit dans la coupe, celle-ci étant légèrement oblique) ; entre les rayons se trouvent les archégones coupés transversalement et disposés en séries centripètes. On voit encore autour de l'appareil femelle les écailles protectrices. × 124.

Planche 25

Photographie I. — Coupe transversale d'un capitule du *Fegatella* au niveau du point d'insertion du capitule sur le pédoncule. Ce dernier est à ce niveau

encore soudé au capitule en trois endroits et l'on voit les poils absorbants qui naissent de la face interne du chapeau ; le sillon est nettement visible à la partie postérieure du pédoncule (en haut sur la photographie et montre le faisceau de rhizoïdes qui descendait au sol. A la périphérie se trouvent inclus dans le capitule les sporogones coupés au niveau de leur racine et enveloppés par la coiffe. × 66.

Photographie II. — Coupe parallèle et inférieure à celle de la photographie I. Le pédoncule et son sillon rempli de rhizoïdes sont parfaitement individualisés ; les poils absorbants qui naissent de la paroi du capitule tournent à peu près horizontalement autour du pédoncule formant un véritable manchon. × 66.

Planche 26

Photographie I. — Coupe parallèle et très inférieure à celles de la Pl. 25. A ce niveau les poils absorbants sont pendants contre la paroi interne du capitule et les sporogones sont coupés à travers leur pédicelle. × 66.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un capitule du *Fegatella* passant par le sillon pédonculaire dans lequel se trouve un gros faisceau de rhizoïdes. On voit que dans la cavité circulaire formée par le capitule qui est comme invaginé autour du pédoncule, les poils absorbants sont d'abord horizontaux dans la partie supérieure, puis obliques et finalement pendants dans la partie inférieure. A gauche se trouve un sporogone entièrement développé montrant sa racine de forme conique, son pédoncule détaché de la racine et sa capsule ; à droite un jeune sporogone arrêté dans son développement. × 56.

Planche 27

Photographie I. — Coupe transversale d'un capitule du *Sauteria* montrant les quatre involucres qui le constituent et au centre le pédoncule et son sillon. On voit autour du pédoncule une véritable couronne de poils absorbants nés dans la partie des régions interinvolucrales qui avoisine le pédoncule. Les deux régions pilifères postérieures (celles qui sont dans la partie supérieure de la photographie) envoient seules des rhizoïdes dans le sillon pédonculaire. × 73.

Photographie II. — Coupe transversale d'un capitule de *Peltolepis* montrant sept involucres et sept régions pilifères (cinq seulement d'entre elles sont nettes dans cette coupe ; les deux autres se voient parfaitement dans les coupes suivantes de la série). Il est facile de constater que chaque région pilifère envoie ses poils absorbants dans le sillon droit ou dans le sillon gauche et que seule la région pilifère postérieure (en haut de la photographie) envoie des poils absorbants dans l'un et l'autre sillon. L'ensemble des rhizoïdes forme un manchon autour du pédoncule. × 73.

Planche 28

Photographie I. — Coupe transversale d'un capitule du *Fimbriaria Lindenbergiana* montrant quatre cavités pilifères alternant avec des sporogones dont deux seulement sont visibles sur cette coupe. On voit au centre le pédoncule et son sillon largement ouvert ; autour du pédoncule se trouve la collerette et autour de celle-ci un manchon de poils absorbants. La cavité postérieure ou cavité principale (en haut de la photographie, donne naissance à trois faisceaux de rhizoïdes, l'un d'eux descend dans le sillon pédonculaire pendant que les autres se mettent au contact de ceux qui sont issus des cavités secondaires ; chacune de celles-ci ne donne que deux faisceaux de poils absorbants. × 70.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un capitule du *Fimbriaria Lindenbergiana* passant par la cavité postérieure et le sillon pédonculaire. On voit, à droite, descendant dans le sillon, le faisceau de poils absorbants issus de la cavité postérieure, à gauche le manchon de rhizoïdes coupé transversalement ; de chaque côté du pédoncule pendent les écailles de la collerette. × 70.

Planche 29

Photographie I. — Coupe transversale d'un capitule du *Preissia* montrant les quatre cavités pilifères allongées qui alternent avec les quatre involucres; ceux de droite renferment chacun un sporogone. Au centre se trouvent le pédoncule et ses deux sillons : le sillon droit est unique tandis que le gauche est divisé en deux (cela tient à l'obliquité de la coupe : le sillon droit est divisé dans les coupes supérieures tandis que le gauche est unique dans les coupes inférieures). Dans chaque cavité naissent deux faisceaux de poils absorbants qui sont bien visibles dans les cavités postérieure (en haut de la photographie) et latérale gauche. On voit encore autour du pédoncule les crêtes de la collerette. × 48.

Photographie II. — Coupe longitudinale d'un capitule du *Preissia*. Cette photographie montre les deux sillons du pédoncule et deux cavités pilifères coupées longitudinalement et remplies de poils absorbants. × 48.

Planche 30

Photographie I. — Coupe transversale d'un capitule du *Marchantia polymorpha* passant légèrement au-dessus du point d'insertion du capitule sur le pédoncule et montrant les neuf cavités pilifères ainsi que les faisceaux de poils absorbants qui prennent naissance deux par deux dans ces cavités (on remarquera sur la photographie deux cavités dans lesquelles les deux faisceaux sont particulièrement distincts). × 48.

Photographie II. — Coupe transversale du même capitule passant au dessous de la précédente. On voit encore les neuf cavités pilifères et au centre le pédoncule dont les sillons se sont bifurqués chacun deux fois : on a ainsi de chaque côté du plan de symétrie du capitule quatre sillons largement ouverts. La cavité postérieure (à gauche sur la photographie) envoie un faisceau de poils absorbants dans le sillon postérieur droit et un faisceau dans le sillon postérieur gauche. × 48.

Planche 31

Photographie I. — Coupe transversale du même capitule du *Marchantia polymorpha* inférieure à celle représentée sur la photographie II de la planche 30. Elle montre bien les huit involucres et quelques sporogones et au centre les deux sillons pédonculaires, qui sont bifurqués une fois seulement; le sillon gauche est largement ouvert alors que le droit est fermé. × 48.

Photographie II. — Coupe transversale d'un disque mâle du *Preissia* montrant la disposition des poils absorbants dans la partie inféro-postérieure du disque. × 48.

Planche 32

Photographie I. — Coupe transversale du même disque mâle du *Preissia* montrant les deux sillons pédonculaires qui commencent à s'individualiser (cette photographie est orientée perpendiculairement a la photographie II de la planche 31). × 48.

Photographie II. — Coupe transversale dans la partie inférieure d'un disque mâle du *Marchantia polymorpha* montrant les deux sillons pédonculaires bifurqués une fois. × 48.

Photographie III. — Coupe transversale du même disque mâle du *Marchantia polymorpha* (ce disque présentait onze lobes alors que normalement on n'en trouve que huit). La coupe est orientée perpendiculairement à la précédente et montre onze régions pilifères, cinq du côté droit du plan de symétrie (partie supérieure de la photographie) et six du côté gauche, qui sont le résultat des bifurcations successives des deux sillons du pédoncule. × 48.

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

(suite)

---

2) Le Champignon.

Touchant la nature du Champignon qui rentre dans la composition des Lichens, j'ai déjà signalé qu'aucun fait nouveau ne permet d'attribuer, d'une façon certaine, un Champignon lichénique à un autre groupe que celui des Ascomycètes : les *Cora* et genres voisins font seuls exception à cette règle ; encore ai-je entendu exprimer par l'abbé Hue, quelques mois avant sa mort, un doute au sujet de l'attribution de *Cora* aux Basidiomycètes : il considérait comme insuffisamment décrite la fructification caractéristique de ce genre.

Je ne trouve pas, dans la littérature lichénologique de cette période, de travail d'ensemble sur la morphologie et l'anatomie du Champignon lichénique. Quelques données générales se rencontrent seulement dans l'introduction du volumineux mémoire de Hue [30] terminé en 1912. L'auteur, comme conclusion de ses nombreuses recherches, distingue dans la structure du cortex et des enveloppes de l'apothécie quatre types de groupements d'hyphes : 1° *hyphæ intricatæ*, hyphes disposées sans ordre, s'entrecroisant dans tous les

[30] Hue A., Lichenes morphologice et anatomice disposuit A. Hue. *Nouv. Arch. Mus.*, 4me série, VIII à 5me série IV, 1906-1912.

sens, par exemple chez *Sphærophoron* ; 2° *hyphæ fastigiatæ*, hyphes en faisceau présentant un axe primaire vertical et plus ou moins ramifié, par exemple chez *Roccella* ; 3° *hyphæ decompositæ*, chez lesquelles l'axe primaire disparaît plus ou moins rapidement, après avoir produit des ramifications en corymbe qui s'anastomosent en réseau, par exemple chez *Usnea* ; 4° *plectenchyma*, dans lequel les cellules des hyphes sont intimement soudées les unes aux autres, sans méats, disposition dont l'aspect rappelle celui des parenchymes chez les végétaux supérieurs, par exemple chez *Physcia*. A ces quatre types, Hue (31) a ajouté comme type le plus simple les *hyphæ parallelæ*, dirigées dans le sens de la surface, par exemple *Anaptychia*. Les caractères tirés de ces types de groupements d'hyphes rentrent en ligne de compte, dans la classification, immédiatement après la nature de la fructification et la symétrie du thalle, tandis que la nature des gonidies n'a qu'une importance très secondaire ; il en résulte, pour le groupement des espèces et des genres, des modifications qui ne cadrent pas toujours avec les classifications généralement adoptées, mais que l'auteur croit nécessaires.

Dans ces deux mêmes mémoires, Hue précise les caractères qui différencient les deux types d'apothécies : lécidéine et lécanorine. Dans l'apothécie lécidéine, le périthèce est uniquement constitué par les hyphes médullaires, groupées souvent suivant le type *fastigiatæ* ; dans l'apothécie lécanorine, l'enveloppe, d'origine médullaire, est doublée extérieurement par le prolongement du cortex ; le rôle des gonidies dans la distinction des deux types est absolument nul.

Une note très documentée du même auteur (32) fait l'historique des spores « polariloculaires » et donne une interprétation nouvelle de leur aspect si particulier ; il démontre que ces spores ne sont pas bicellulaires, comme on l'a cru généralement ; elles naissent et restent simples, mais leur masse protoplasmique est séparée en deux par un épaississement de l'endospore, qui s'etend de plus en plus de la paroi vers le centre, à l'équateur de la spore ; le bord interne de

(31) Hue A., Aperçu de la classification des « Lichens » fondée principalement sur leur structure anatomique. (*C. R. du Congrès des Sociétés savantes, en 1914* Sciences, p. 177-182, 1915).

(32) Hue A., Notice sur les spores des *Licheni blasteniospori* nass. (*Bull. Soc. Bot. France*, t. 58, p. LXVIII-LXXXVI, 2 pl., 1911).

ce bourrelet, qui joue le rôle d'un diaphragme iris, finit par limiter un fin canal joignant les deux masses polaires. La germination des spores « polocœlées » donne généralement, d'après l'auteur, un seul tube de germination, autre indication de la simplicité du contenu protoplasmique ; la preuve directe de cette simplicité, telle qu'elle pourrait ressortir de recherches cytologiques, n'a pas été donnée.

Bioret (33) fait ressortir les trois types de paraphyses qui se rencontrent chez les Graphidées et qui caractérisent les trois principaux genres de cette famille : chez les *Graphis*, les paraphyses sont dressées simples, parallèles ; chez *Opegrapha*, elles sont encore dressées, mais reliées les unes aux autres par des ramifications latérales ; chez les *Arthonia*, les ramifications sont encore plus nombreuses et la direction générale des paraphyses devient tout à fait irrégulière.

La question de l'origine de l'apothécie qui touche de près à celle de la sexualité des Lichens et des Champignons Ascomycètes a été l'objet de quelques rares recherches. Miss Bachmann (34, 35) a trouvé des faits nouveaux, en étudiant le thalle d'un *Collema* qui peut être assimilé à *C. pulposum*, malgré quelques différences avec le type d'Europe. Ses recherches, faites à l'instigation et avec les conseils de Harper, l'amènent à conclure nettement à la sexualité fonctionnelle des spermaties et du trichogyne. Tous les lichénologues qui ont étudié cette question, et en particulier Stahl à qui l'on doit les données classiques sur le même genre *Collema*, avaient jusque-là décrit des trichogynes exsertes au thalle et des spermaties produites dans des spermogonies également superficielles. Il s'agit ici d'un cas tout différent : trichogynes et spermaties restent inclus dans le thalle gélatineux du Lichen et la fécondation a lieu en profondeur. Les carpogones adultes se présentent sous la forme d'une spire à 2 ou 3 tours, terminée par une partie déroulée qui court parallèlement à la surface du thalle et dont la longue cellule terminale se dirige vers un groupe de spermaties, comme attirée par celles-ci. Les

(33) Bioret G., Contribution à l'étude de l'apothécie chez les Graphidées. (*Rev. gén. de Bot.*, t. 26. p. 249-251, 1 pl. col., 1914).

34) Bachmann F. Miss., A new type of Spermogonium and fertilization in *Collema*. (*Ann. of Bot.*, t. 26, p. 747-760, 1 pl. d., 1912).

(35) Bachmann F. Miss., The origin and development of the Apothecium in *Collema pulposum* (Bernh.) Ach. (*Arch. für Zellforsch*, t. 10, p. 369-430, 7 pl., 1913).

spermatophores sont des hyphes peu différenciées, les spermaties en naissent par bourgeonnement latéral. L'extrémité du trichogyne vient s'appuyer sur une spermatie ou s'enroule autour d'elle ; au point de contact, les membranes se résorbent et le contenu de la spermatie passe tout entier dans le trichogyne. L'auteur n'a pas eu la chance de saisir l'acte de fusion des noyaux, ni dans la cellule terminale du trichogyne, ni dans les cellules voisines ; mais la réalité de cette fusion et par conséquent l'existence d'une sexualité fonctionnelle ne font aucun doute pour elle ; un carpogone qui continue son développement a toujours son extrémité en communication avec une spermatie vide. A la suite de cette fécondation, les cellules du trichogyne se vident les unes dans les autres, de l'extrémité vers la base enroulée, grâce à une perforation des cloisons transversales, en même temps que leurs noyaux se multiplient ; finalement, l'ascogone devient une cellule unique à nombreux noyaux. Les paraphyses tirent leur origine principalement des hyphes voisines de l'ascogone et et non de l'ascogone lui-même, fait conforme à ce qu'ont observé la plupart des auteurs et opposé aux descriptions de Wahlberg touchant *Anaptychia* et *Physcia*. Le développement des asques n'a pu être suivi à son début, mais les derniers stades sont décrits avec détails : les asques jeunes ont deux noyaux qui se fusionnent seulement lorsque l'asque s'est considérablement allongée ; la première division nucléaire donne deux noyaux à douze chromosomes, tandis que, chez les hyphes végétatives, les noyaux en présentent six seulement ; l'auteur voit dans ce fait une indication de plus touchant la réalité de deux fusions nucléaires antécédentes, dans l'asque et dans l'ascogone. Le stade gamétophyte haploïde, à six chromosomes, commence peut-être à la seconde division nucléaire qui n'a pas été suivie, mais est certainement réalisé à la troisième. Miss Bachmann compare les résultats de ses recherches avec les données des auteurs qui ont précédé : elle se rallie tout à fait à la théorie de Harper, théorie de la fécondation réduite mais réelle, contre la théorie du développement apogamique de Dangeard ; pour elle, les Ascomycètes sont apparentés avec les Floridées et les Laboulbéniacées. L'existence de trichogyne et de spermaties inclus dans le thalle, tels qu'elle vient de les décrire, l'amène à exprimer un doute sur les observations de Fünfstück, de Baur, dans leur étude des Peltigéracées : cette famille de Lichens, d'après eux, est caractérisée par un développement

apogamique et même les spermaties y font le plus souvent défaut; n'ont-ils pas été trompés par la notion, classique jusque-là, de trichogynes et de spermogonies exsertes, et n'ont-ils pas laissé passer inaperçus des organes similaires enfermés dans le thalle? L'auteur ne croit donc pas prouvé « que le fruit des Ascomycètes se développe indépendamment des spermaties en beaucoup de cas, et même peut-être en un seul cas ».

Moreau (15, 16, 18), averti des données nouvelles de Miss Bachmann, a repris, dans le laboratoire de M. Dangeard, l'étude des Peltigéracées, en collaboration avec Mme Moreau. Le mémoire de 1919 qui contient les résultats publiés dans les notes antérieures est une étude aussi complète que possible du thalle entier, hyphes et gonidies, et de la fructification. Les auteurs, qui abordaient pour la première fois l'étude d'un groupe de Lichens, se sont crus obligés à rappeler de nombreux faits bien connus des lichénologues et des botanistes, un peu aux dépens de la concision et de la netteté des contributions personnelles. L'originalité des résultats réside surtout dans les détails de fine cytologie, touchant les hyphes, les gonidies et les organes de la fructification. Les observations faites, en particulier, sur l'origine de l'apothécie confirment absolument les données de Fünfstück et de Baur : « aucune fécondation ne prélude au développement de l'apothécie des Peltigéracées ; les spermaties n'y interviennent en aucune façon ; l'ascogone n'est accompagnée d'aucune anthéridie, et la seule fusion de noyaux de tout le développement a lieu à l'extrémité des hyphes ascogènes dans les cellules qui deviennent les asques ». Le noyau de fusion de l'asque subit une première division, hétérotypique, puis une seconde, homéotypique, enfin une troisième, typique : donc pas de double réduction chromatique et par conséquent pas de double fusion préalable Les auteurs se rattachent dès lors à la théorie de Dangeard et pensent qu'il convient de soumettre à une nouvelle étude les formes de Lichens pourvues de trichogynes et de spermaties. Pour eux la parenté des Lichens n'est pas à rechercher du côté des Floridées, mais plutôt du côté des Champignons inférieurs. Saettler (36) a étudié l'origine de l'apothécie des *Cladonia*, en même temps que la signification mor-

(36) Saettler H , Untersuchungen und Erörterungen über die Ekologie und Phylogenie der Cladioniapodetien. (*Hedwigia*, t. 54, p. 226-264, 5 pl., 1914 .

phologique et biologique des podétions. Les ascogones et les spermaties naissent tantôt dans le thalle primaire espèces du type *Floerkeana*), tantôt dans la coupe, et le plus souvent au bord de la coupe espèces du type *pyxidata*), tantôt au sommet des ramifications espèces du type *rangiferina*. Les relations morphologiques existant entre les spermaties et les ascogones montrent clairement qu'il s'agit bien d'organes correspondants, à signification sexuelle, et qu'on ne peut assimiler les spermaties à des spores. Effectivement, dans la plupart des cas, les apothécies se développent à la suite d'une fécondation ; dans quelques cas cependant, en particulier chez les types à podétions en coupe, l'origine de l'apothécie est asexuée. Primitivement, le podétion est un stipe d'apothécie, réalisé par un étirement intercalaire du tissu subhyménial : c'est ce qu'on rencontre par exemple dans les espèces du type *Floerkeana* ; son développement a pour but d'élever l'apothécie et ainsi de faciliter la dissémination des spores ; dans les types plus évolués le point de formation du tissu ascogonial s'est déplacé et transporté au sommet du podétion ; au maximum d'évolution, cette tendance à élever toujours davantage la fructification et à retarder le développement du tissu ascogène aboutit à la production de podétions complètement stériles ; grâce à la sélection, la stérilité peut devenir la règle. Cette façon de voir se rallie donc presque complètement à la théorie de Wainio, acceptée par Krabbe et Reinke, rejetée au contraire par Baur, qui n'a d'ailleurs étudié que *Cladonia pyxidata*.

Galloe (37) n'est pas de l'avis de Wainio et de Krabbe en ce qui concerne le *Cladonia papillaria*. Pour lui, ce que les auteurs appellent podétion n'est qu'un pseudo-podétion d'origine purement thalline, et ce qu'ils appellent hyméniums représente les vrais podétions, apparaissant comme de courtes ramifications au sommet du premier. Les pseudo-podétions possèdent un cortex, une couche à gonidies, une couche médullaire et une cavité centrale : chez ceux qui deviennent fertiles l'hyménium prend naissance dans la couche médullaire au-dessus de la cavité centrale : là, les hyphes prolifèrent et forment un faisceau qui se dirige vers l'extérieur en traversant la couche à gonidies et le cortex ; les unes deviennent ascogènes, les autres

(37) GALLOE O., Podetiets Homologi hos Cladonia papillaria. (*Kobenhavn biolog. Arbeider tilegnede* E. WARMING, p. 175-182, 1911).

donnent des paraphyses ; on ne sait rien touchant l'évolution des carpogones.

3) Le Lichen dans son ensemble.

A) Chimisme. — Les acides lichéniques et autres substances voisines propres aux Lichens sont peut-être le produit de la symbiose (voir Tobler, 9) ; ils sont légion, et Hesse (38) a continué à en étudier la distribution et à en trouver de nouveaux dans de nombreux Lichens principalement frutescents et foliacés : il serait trop long d'en donner la liste ici, je renvoie pour cela aux mémoires originaux ou aux comptes rendus du *Bot. Centralblatt*. Lettau (39) qui a déjà publié d'importantes contributions à la flore lichénologique de l'Europe centrale, préoccupé de l'importance des substances en question au point de vue systématique, a patiemment recherché l'un de ces acides, l'acide salacinique, et ses dérivés dans 200 espèces de Lichens de tous les groupes. Il l'a rencontré dans 72 espèces appartenant à 12 familles, soit dans le cortex, soit dans la médulle, soit dans l'épithécium. L'eau froide, en particulier, le détruit ; l'auteur se demande donc si la présence ou l'absence de cet acide n'a pas simplement la signification d'une variation individuelle provoquée par l'action de l'eau ; il ne le pense pas, il croit plutôt qu'il s'agit de propriétés intimes du Lichen, et par conséquent de caractères utilisables en systématique ; toutefois, la distribution très étendue de cette substance ne permet pas de l'utiliser comme caractère de genre ou de groupe plus élevé. Senft (40) a entrepris, après Massalongo, l'étude détaillée du curieux *Chrysothrix Nolitangere* Mtg ; les détails anatomiques qu'il donne n'ajoutent pas grand chose à ce qu'on savait déjà ; mais la matière jaune dont les granulations recouvrent les hyphes et qui imprègne même la membrane des gonidies est étudiée pour la première fois ; l'auteur l'assimile à la calycine de Hesse et voit dans sa production une adaptation du Lichen, destinée à modérer la transpiration et à réduire les effets d'une trop grande intensité lumineuse. *(à suivre)*

(38) Hesse O., Beitrag sur Kenntniss der Flechten und ihrer charakteristischen Bestandteile, 12°, 13°, 15° Mitt. (*Jour. prakt. Chemie*, N. F., t. 83, p. 22-96, 1911 ; t. 92, p. 425-466, 1915 ; t. 92, p. 227-270, 1916).

(39) Lettau G., Nachweis und Verhalten einiger Flechtensäuren. (*Hedwigia*, t. 55, 78 p., 1914).

(40) Senft E., Beitrage zur Anatomie und zun Chemismus der Flechte « Chrysothrix Nolitangere » Mtg. (*Ber d. deutsch. bot. Ges*t, t. 34, p. 502-600, 1 pl., 1916).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Fr. Weis. — **Vandkulturforsog i forskellige næringsopløsninger, specielt til belysning af manganets og brin-tion-koncentrationens betydning** (Essais de culture dans différentes solutions nutritives, concernant spécialement l'importance du manganèse et de la concentration des ions hydrogène). Avec un résumé français : (*Medd. fr. Plantefysiologisk Laboratorium*, pages 239-280, Copenhague, 1919).

L'auteur a entrepris une série de recherches en vue d'étudier l'influence du manganèse et de la concentration des solutions nutritives en ions hydrogène sur la croissance des végétaux.

Dans ce but, plusieurs séries de cultures ont été effectuées dans des solutions nutritives préparées suivant les formules de Knop, de von der Crone et de Hansteen Cranner. A l'appui des recherches de Hiltner (de Munich), M. Weis a constaté que les résultats de ces cultures varient suivant qu'on emploie, dans la préparation des solutions nutritives, soit de l'eau distillée, soit de l'eau potable neutralisée. D'une manière générale, les cultures effectuées donnent de meilleurs résultats avec l'emploi de l'eau potable neutralisée.

Lorsque l'on utilise de l'eau distillée dans la préparation des solutions de Knop, de von der Crone et de Hansteen Cranner, toutes les cultures échouent, sauf celles d'Avoine qui donnent des résultats satisfaisants dans la première et la dernière de ces solutions, et celles de Maïs qui réussissent dans la solution nitrique de Hansteen Cranner. Lorsqu'au contraire on emploie de l'eau potable neutralisée dans la préparation de ces mêmes solutions, toutes les cultures de Maïs réussissent, maïs celles de Lupin échouent.

La solution de von der Crone a toujours donné de mauvais résultats; la solution nitrique de Hansteen Cranner, au contraire, se montre excellente, supérieure même à celle de Knop.

Dans tous les essais effectués sur des solutions renfermant du sulfate d'ammonium (solution ammoniacale de Hansteen Cranner), les cultures de Maïs ont échoué, tandis que celles d'Avoine, de Riz, de certaines Conifères ont donné des résultats satisfaisants.

Le manganèse, employé sous forme de sulfate, en proportion équivalente

à celle dans laquelle le fer est généralement employé (2mg,5 à 5mg,5 par litre), n'a, dans aucun cas, permis de constater avec certitude un effet utile (c'est ainsi qu'il n'a jamais pu remplacer le fer dans la formation de la chlorophylle) ; au contraire, il a souvent exercé une influence nuisible.

Les solutions nutritives dont la concentration en ions hydrogène était inférieure à celle de l'eau pure (pH = 7,07), ont toujours donné de mauvais résultats. Ce n'est que pour des concentrations en ions hydrogène notablement plus élevées que le fer a pu être incorporé en quantité suffisante pour éviter la chlorose. Dans les solutions alcalines (pH > 7,07), le Maïs et l'Avoine ne prospéraient à la longue qu'à la condition d'être capables de rendre la réaction acide.

La concentration en ions hydrogène qui a donné les meilleurs résultats dans ces essais paraît être comprise entre pH = 4.5 et pH = 6.0.

La concentration des ions hydrogène a eu une influence manifeste sur le développement morphologique des racines, de telle sorte qu'on a pu distinguer un type de racine nettement « acide » et un type nettement « alcalin ».

Enfin l'auteur a encore constaté que l'influence curative qu'exerce le manganèse vis-à-vis du « lyspletsyge » maladie de l'Avoine qui se manifeste par l'apparition de taches blanches sur les feuilles, ne semble pas due à une action acide. Denise KOHLER

Marguerite HENRICI. — **De la teneur en chlorophylle et de l'assimilation du carbone des plantes des Alpes et des plaines.** (Thèse soutenue devant la Faculté de Bâle, le 18 décembre 1917, *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel,* Band XXX, 1918-1919).

Les travaux de Mlle Henrici ont été exécutés dans les laboratoires de Bâle, à 450 m., de Samaden, dans l'Engadine, à 1700 m., de Muottas Murailg, dans l'Engadine, à 2456 m. M. le Professeur Senn, de Bâle, a fait édifier sur ce sommet un petit laboratoire très complet d'où l'on domine la haute vallée de l'Inn, avec ses chapelets de lacs bleus et son encadrement de puissants massifs enneigés.

Mlle Henrici a mesuré la teneur en chlorophylle et l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne des plantes de plaine dans la plaine et transplantées dans la montagne, et des plantes de montagne dans la montagne et transplantées dans la plaine. Elle a pu ainsi étudier les variations provoquées par ces changements de milieu.

Elle a opéré sur les altitudes très élevées de la zone alpine, c'est-à-dire entre 1800 et 2300 m.

Toutes les plantes provenaient de stations ensoleillées.

La teneur en chlorophylle a été mesurée d'après la méthode de Willstätter et rapportée au poids frais de la feuille.

L'analyse des gaz pour l'étude de l'intensité de l'assimilation du car-

bone est faite avec les procédés ordinaires d'absorption de l'acide carbonique par la baryte. La respiration est mesurée seule en plaçant la plante étudiée à l'obscurité.

Voici les conclusions que Mlle Henrici croit pouvoir formuler :

I. — Les feuilles des exemplaires alpins des 4 espèces de prairies étudiées : *Anthyllis Vulnenaria, Bellis perennis*, *Primula farinosa* et *Taraxacum officinale*, montrent nettement moins de chlorophylle que les feuilles des individus de plaine de la même espèce (quand la chlorophylle est rapportée au poids frais de la feuille).

II. — Les plantes des petites vallées enneigées, les espèces alpines précoces : *Primula integrifolia*, *Soldanella alpina*, *Anemone vernalis*, se distinguent par une très grande teneur en chlorophylle. Cette particularité s'étend aux plantes de plaine se développant sous la neige comme *Eranthis hiemalis*. Les feuilles ont une structure de feuille de soleil. Cette haute teneur en chlorophylle est due à la neige qui modifie la lumière.

III. - La flore des rochers : *Primula viscosa*, *P. hirsuta*, *Ranunculus glacialis*, considérée dans sa teneur en chlorophylle, se place entre les flores alpestres des prairies et des neiges.

IV. — Les plantes des prairies alpestres cultivées longtemps en plaine ne voient pas varier leur teneur en chlorophylle.

V. — Les individus de plaine et de montagne des quatre espèces de prairie considérées plus haut ne voient pas varier leur teneur en chlorophylle du fait des variations de lumière.

Les plantes originaires des petites vallées enneigées, développées en plaine dans l'absence de neige, ont moins de chlorophylle que dans leur station d'origine.

VI. — Une variation journalière de la teneur en chlorophylle n'a jamais pu être observée.

VII. — L'assimilation du carbone commence à se manifester pour une lumière plus forte chez les individus de montagne que chez ceux de plaine de la même espèce.

VIII. — Pour une lumière intense, quelle que soit la température, la plante de montagne assimile plus que celle de plaine. Si la lumière est faible, il faut que la température soit basse pour que la plante de montagne assimile plus que celle de plaine. L'intensité de l'assimilation des plantes de montagne reste supérieure à celle de plaine si la lumière croît avec la température.

A une température donnée il existe une intensité de la lumière pour laquelle les plantes de montagne assimilent comme celles de plaine. Cette intensité varie avec chaque espèce.

IX. — Malgré l'intensité des rayons violets dans la lumière de neige, les plantes de montagne assimilent moins que les plantes de plaine. Probablement à cause de la pauvreté de cette lumière en rayons rouges. C'est

probablement la raison de la richesse des plantes en chlorophylle dans les vallées enneigées.

Les plantes de plaine utilisent mieux les rayons violets que celles des Alpes.

Les plantes de montagne utilisent mieux les rayons rouges que celles de plaine.

X. — Les plantes de montagne voient augmenter leur assimilation de carbone quand l'atmosphère est électrisée fortement ou pour des fortes chutes de potentiel alors que les plantes de plaine restent insensibles.

Maurice Régnier.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce le décés de M. A. G. Nathorst, le célèbre paléobotaniste de Stockholm, à l'âge de soixante-dix ans.

* * *

M. Dubois vient d'être nommé Professeur de Botanique et de Pathologie végétale à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes.

* * *

M. Morvillez a été nommé Professeur agrégé de Botanique à la Faculté de Pharmacie de Lille.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy *Le Gérant :* Henri Bouloy.

I

II

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Aulnaie des vallées

I

II

III

ALLORGE, phot. — LE DELEY, imp.

Végétation des bois méso-hygrophiles

I

II

Ambroge, phot. Le Dehly, imp.

Aulnaie des hautes buttes

I

II

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Plantes sociales des bois mésophiles

OBTENTION
D'UNE ESPÈCE NOUVELLE D'ASPHODÈLE
PAR L'ACTION DU CLIMAT MARIN

par M. Lucien DANIEL

Depuis 1900, dans mon jardin d'Erquy (Côtes-du-Nord), j'ai entrepris des recherches suivies et variées sur diverses plantes de l'intérieur des terres que j'avais transportées de Rennes au bord de la mer (1). En 1902, j'importai une trentaine d'espèces de végétaux herbacés vivaces qui avaient été préalablement divisés en deux parties égales, suivant la méthode employée par M. Gaston Bonnier dans ses expériences sur les plantes de plaine qu'il cultive dans les Alpes et les Pyrénées. Une des moitiés resta comme témoin à Rennes; l'autre fut plantée dans mon jardin d'Erquy. J'avais choisi les types à étudier dans des familles diverses: en outre, les uns étaient indigènes; les autres étaient exotiques mais supportaient parfaitement les froids de l'hiver sous notre climat armoricain.

Mon jardin contient environ 2.000 mètres carrés; il est situé sur les dunes; le sous-sol est formé de sable fin et le sol arable est constitué par 80 centimètres d'épaisseur de bonne terre, rapportée de l'intérieur, rappelant par sa constitution celle de la terre forte du jardin botanique de Rennes. Par les périodes de chaleur, le tout se dessèche très rapidement comme en général dans les terrains arénacés dont la perméabilité est connue de temps immémorial: « *Hic, sterilem exiguus ne deserat humor arenam* », a dit Virgile (*Géorgiques*, Livre I, 69).

(1) Lucien DANIEL, Cultures expérimentales au bord de la mer. (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 30 octobre 1916).

Dans les années sèches, les récoltes y sont très réduites, comme dans tous les jardins similaires de la station balnéaire, si l'on n'a pas eu soin, par des arrosages, d'entretenir une suffisante humidité. Encore arrive-t-il souvent, quand on abuse de ceux-ci, que l'on n'obtient pas toujours le résultat escompté. L'eau de puits, dont on se sert, est très riche en matières salines, presque saumâtre, ainsi qu'on en peut juger par l'analyse suivante faite par M. Artus, chef des travaux de chimie à la Faculté des Sciences de Rennes, et qui correspond à un échantillon prélevé dans mon puits en avril 1918, c'est-à-dire à l'époque où l'eau possède son minimum de concentration après les pluies de l'hiver.

Total des matières dissoutes par litre : 600 milligrammes Ces matières se décomposent ainsi :

Chlore	81,5	Manganèse	Traces
Acide sulfurique	95,3	Chaux	156 »
Silice	9 »	Magnésie	27 »
Acide phosphorique	0 »	Potasse	28,2
Oxyde de fer et alumine	Traces	Soude	203 »

On conçoit qu'une telle eau, qui est à l'extrême limite des eaux potables, puisse provoquer chez les espèces délicates des phénomènes analogues à ceux qu'on observe chez les mêmes plantes cultivées en solutions nutritives trop concentrées. En effet, la concentration des liquides s'effectue vite dans la terre arable sous l'influence des radiations solaires, non seulement à cause de la grande perméabilité du sous-sol, mais par suite de l'active transpiration de la végétation et de l'évaporation du sol quand celui-ci, battu par les pluies, forme croûte à la surface et permet à la capillarité de s'exercer librement. C'est ainsi que, dans les années sèches, diverses plantes cultivées, et en particulier les Fraisiers, se chlorosent, recroquevillent leurs feuilles et finissent par périr, à moins d'employer des modes particuliers d'arrosage (1).

Dans les années humides, les conditions biologiques sont bien différentes : les espèces poussent avec vigueur et ne son gênées en rien, du moins en apparence, par les embruns et les sels du sol. Il faut remarquer que les années pluvieuses sont plutôt rares à Erquy.

(1) Lucien DANIEL, Sur les effets de l'arrosage capillaire. (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 6 novembre 1916).

Depuis 25 ans, j'ai observé seulement trois années à été vraiment humide. Les autres ont été sèches, parfois même très sèches, en cette saison.

En général, l'automne et l'hiver sont doux et souvent ensoleillés; c'est ce qui rend particulièremt agréable l'arrière-saison en ce petit coin privilégié de la baie de Saint-Brieuc. Au contraire, le printemps y est presque toujours froid; à ce moment les vents soufflent fréquemment en tempête; ils sont âpres et durs. Les espèces qui ont continué à pousser pendant l'hiver et celles dont les graines ont germé prématurément en subissent le contre-coup et meurent en mars-avril, surtout dans les endroits non abrités.

Pendant l'été, et quelquefois à l'automne ou au printemps, des orages peuvent se former dans diverses directions. Bien peu cependant passent directement sur Erquy. La plupart de ceux qui viennent de l'Ouest ou du Sud-Ouest se divisent en deux branches sans pénétrer sur la commune. Au Sud, les communes voisines et, au Nord, la mer, peuvent ainsi recevoir de véritables trombes liquides sans qu'une goutte d'eau tombe sur Erquy. Le temps se couvre, devient lourd et finalement se rafraîchit; mais c'est tout; le lendemain le ciel est bleu et le beau temps est vite revenu.

De tels orages secs sont accompagnés de tonnerre et d'éclairs; ceux-ci ont, dit-on, une influence parfois nocive sur la végétation. Entre autres méfaits, on leur attribue, à tort ou à raison, la coulure des grains d'Avoine presque mûrs, qui se dessèchent et perdent leur valeur nutritive au point d'être refusés par les chevaux. Si l'eau tombe pendant l'orage, l'amande mouillée ne coule pas; il en est de même si l'on a coupé l'Avoine avant les premiers éclairs!

Quand les orages se forment à l'Est ou quand, par exception, ils ne se divisent pas lorsqu'ils viennent de l'Ouest ou du Sud-Ouest, ils sont particulièrement violents et très dangereux. Des nuages noirs bordés de fauve s'amoncellent à l'horizon et ne laissent filtrer qu'une lumière blafarde; des éclairs se succèdent avec rapidité dans toutes les directions; le tonnerre gronde avec fracas; la foudre tombe fréquemment sur les arbres ou les édifices; le vent, la pluie et la grêle couchent les moissons. Le spectacle, grandiose, mais terrifiant, est heureusement rare.

Les jours suivants, le ciel reprend sa limpidité; le sol boit promptement le liquide. C'est étonnant de voir la rapidité avec laquelle

poussent les plantes altérées par une longue sécheresse quand elles ont reçu ces pluies diluviennes. Elles semblent avoir hâte de profiter de l'aubaine et de réparer le temps perdu en fabriquant, à la hâte, les réserves et les graines destinées à la conservation de l'espèce. J'ai vu des tiges de plantes herbacées s'allonger de 8 à 10 cm. dans une nuit après un violent orage et une pluie abondante et chaude.

Les brusques variations du milieu sont d'ailleurs fréquentes à Erquy et caractérisent le climat maritime. Les saisons et les années ne se ressemblent jamais complètement, mais toutes présentent des à-coups météorologiques plus marqués qu'à l'intérieur des terres. Une sécheresse intense succède brusquement à une période de pluie : celle-ci est souvent remplacée sans transition par une vague de chaleur et un vent brûlant qui dessèchent la végétation et provoquent des folletages. Dans la même journée, à une chaleur lourde et orageuse ou à un temps clair succède tout à coup une brume épaisse qui provoque un abaissement considérable de la température.

La rudesse du premier printemps et les à-coups climatologiques sont peut-être plus prononcés à Erquy que sur le reste de nos côtes bretonnes, étant donné que le cap forme pointe et est bordé de deux côtés par la mer. Ils ont une influence considérable sur la biologie des espèces et leur répartition dans cette localité, ainsi que je l'ai montré dans un précédent travail (1).

En présence d'un milieu nouveau pour elles, les plantes herbacées vivaces que j'ai importées de Rennes dans mon jardin d'Erquy se sont comportées de façons diverses. Les unes ne semblent pas s'être modifiées jusqu'ici ; d'autres ont plus ou moins rapidement présenté des changements dans les dimensions et la dureté relative de l'appareil aérien, la valeur du drageonnage et de la multiplication végétative, l'époque et la durée de la floraison, l'intensité de la reproduction sexuelle, l'éclatement des fruits, l'époque et la valeur de la mise en réserves, la précocité de l'effeuillage et du passage à l'état de vie ralentie, etc.

Ces modifications correspondent à des accidents ou à des adaptations xérophytiques, mais non halophytiques. Elles ne se sont pas

(1) Lucien DANIEL, Recherches sur la flore d'Erquy et l'influence du climat marin sur la végétation. (*Revue bretonne de Botanique*, 1916 et 1919).

conservées quand j'ai rapporté à Rennes des éclats de ces végétaux. Il s'agissait donc de variations transitoires à l'époque où je les ai constatées ; la limite à laquelle la plante passe par la culture à l'état *d'affolement*, suivant l'expression de nos vieux biologistes, n'avait pas été atteinte.

Est-ce à dire qu'il en sera toujours ainsi par la suite, tant chez les espèces que je continue à cultiver que chez d'autres, plus sensibles, que j'ai essayées depuis? Evidemment non. Je sais par expérience que le facteur temps n'est pas négligeable dans les questions de génétique, bien que trop de naturalistes aient tendance à n'en pas tenir compte. Chaque végétal a un coefficient de variation propre à son espèce et à sa race. Il serait téméraire de conclure prématurément à la stabilité d'un être au bout d'une vingtaine d'années d'expériences négatives.

Un fait très remarquable est venu, dans ces dernières années, confirmer cette manière de voir qui a toujours été la mienne et justifier les réserves que j'avais sommairement formulées dans ma Note à l'Académie des Sciences, du 30 octobre 1916. Une des espèces que j'avais importées de Rennes en 1902, l'*Asphodelus luteus*, s'est transformée d'une façon remarquable, ainsi que je le montrerai dans ce Mémoire.

I

Caractères de l'*Asphodelus luteus* cultivé à Rennes.

L'*Asphodelus luteus* appartient à la famille des Liliacées, et à la tribu des Aloïnées : elle est originaire des régions méditerranéennes [1] ; cette espèce est parfois cultivée dans les jardins sous le nom de Bâton de Jacob : elle n'a jamais jusqu'ici, à ma connaissance du moins, donné de races ou sous-espèces : on en connait seulement une variété à fleurs doubles chez laquelle l'hérédité par graines ne peut, par conséquent, exister. C'est là un point très important qui permet d'éliminer le croisement dans la recherche du ou des facteurs génétiques qui ont provoqué l'apparition de la nouvelle espèce que je vais étudier après le type qui l'a fournie, espèce à laquelle j'ai donné le nom d'*Asphodelus luteoides* pour rappeler son origine.

(1) Seul Mutel la considère comme provenant du Midi de la Suisse (*Flore française*, Paris, 1834).

1. — Appareil végétatif

L'*Asphodelus luteus* se distingue des autres espèces du genre par des particularités curieuses, dont quelques-unes concernent l'appareil végétatif. La racine fasciculée et à peine renflée (fig. 3, pl. 43) porte des tiges hautes de 70 à 80 centimètres, rigides, bien garnies de feuilles trigones, en alène, sillonnées, glauques et dilatées à la base en une gaine embrassant la tige.

Les feuilles radicales, réunies en touffe, forment une rosette volumineuse. Elles ont environ 65 centimètres de long sur 5 millimètres de large à la base du limbe. Celui-ci est parcouru par 9 cordons saillants et verts qui correspondent aux nervures parallèles et

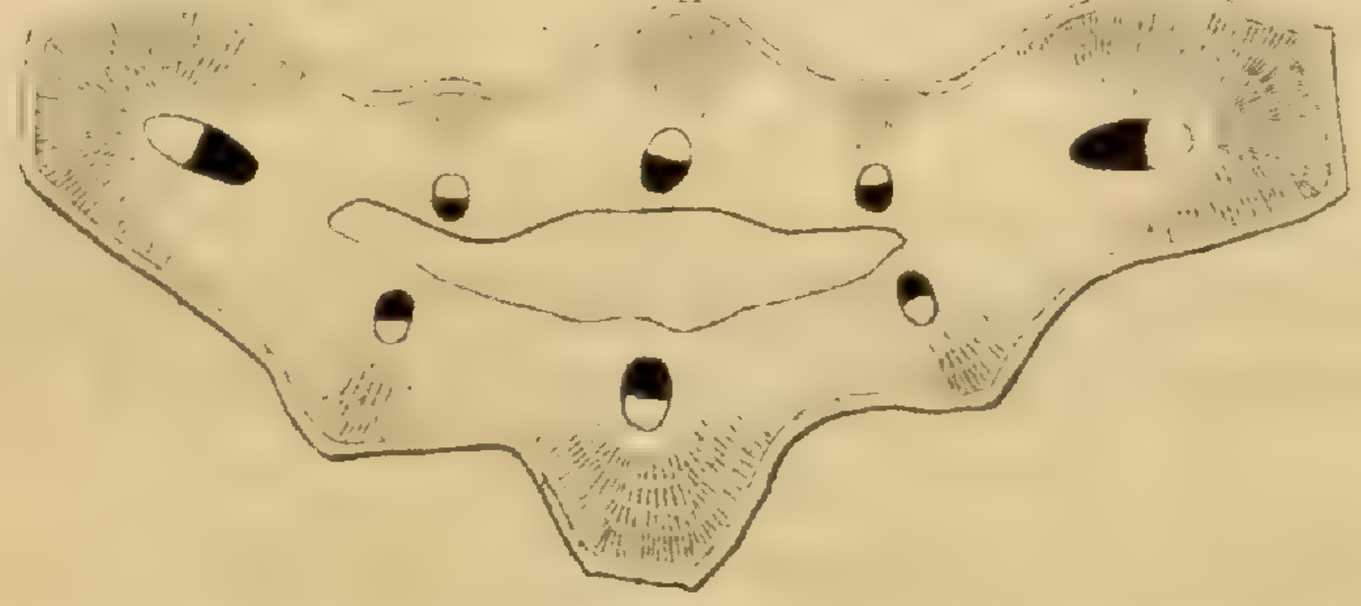


Fig. 1. — Coupe schématique de la feuille d'*Asphodelus luteus*.

déterminent 8 sillons blancs assez larges à la base. Cordons et sillons diminuent comme nombre et dimensions au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la gaine. Les feuilles de la tige, plus espacées et insérées en spirale, sont plus courtes, plus étroites et réfléchies au sommet ; le nombre de leurs cordons et de leurs sillons est moins élevé que chez les feuilles radicales (planche 42, à gauche).

Si l'on fait chez les feuilles de la tige une coupe transversale, à quelques centimètres de la gaine, on constate, à l'examen microscopique, une structure rappelant celle de beaucoup de Liliacées (fig. 1 et 2).

L'épiderme possède une cuticule d'épaisseur normale, un peu plus forte au sommet des cordons, sans qu'il y ait en ce point formation d'une papille distincte. Il porte des stomates plus abondants à la face inférieure qu'à la face supérieure, dans la proportion de 3 à 2 : ils sont situés dans les sillons, légèrement enfoncés, et communiquent avec des chambres sous-stomatiques spacieuses.

A la face supérieure comme à l'inférieure se trouve du parenchyme palissadique, disposé sur plusieurs rangs en face les cordons et riche en chlorophylle. Entre les cordons, ce tissu devient lacuneux et lâche ; la chlorophylle est peu abondante : c'est pour cela que les sillons paraissent blancs et d'autant plus blancs que les cordons contrastent avec eux par leur vert foncé.

Dans les parenchymes se trouvent des cristaux d'oxalate de chaux, en raphides ou en oursins ; ils ne sont pas très abondants. En

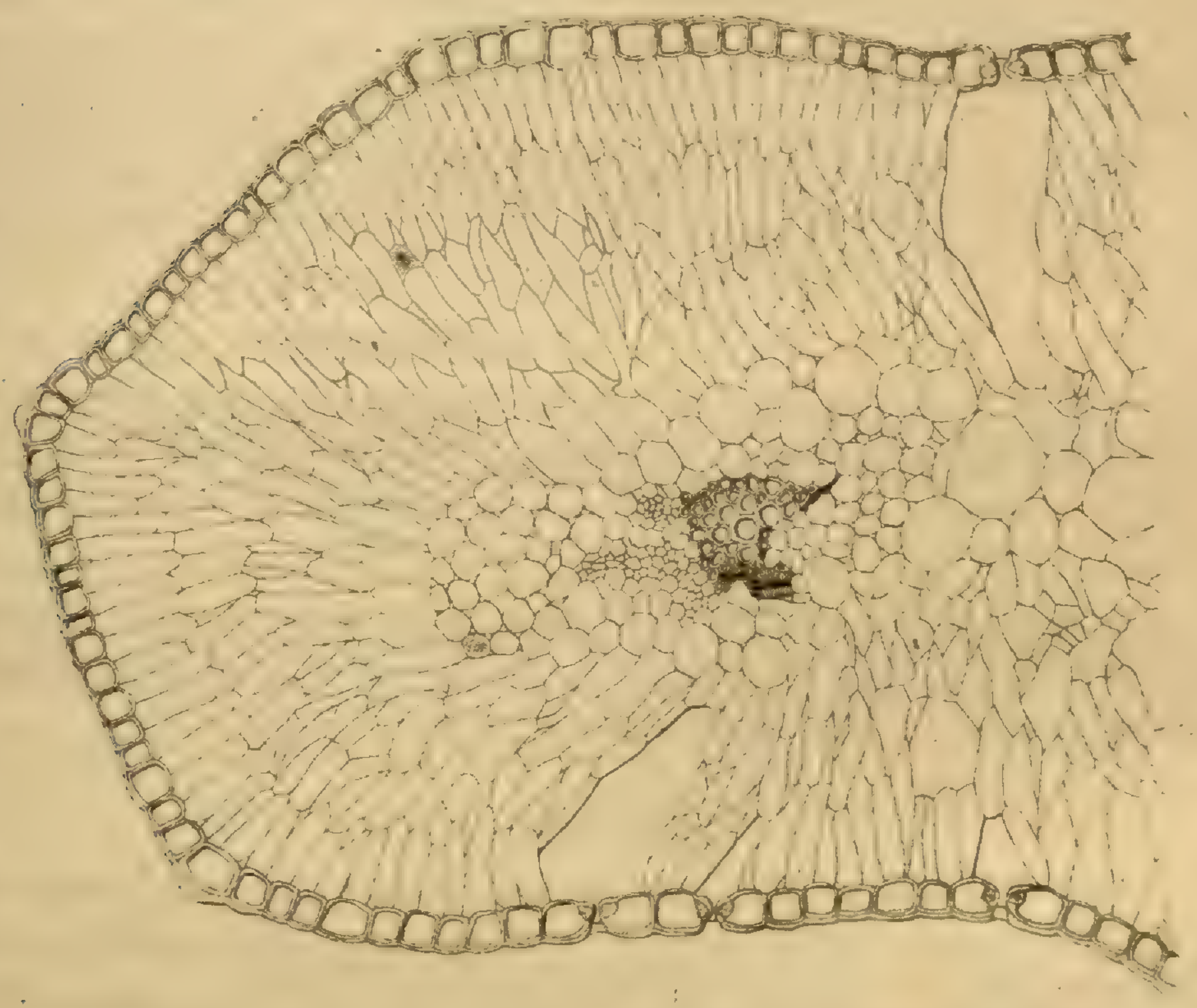


Fig. 2. — Portion de la coupe de la feuille d'*Asphodelus luteus*.

1916, j'ai remarqué, en outre, dans diverses cellules du parenchyme foliaire, la présence d'un mycélium pelotonné appartenant à un Champignon parasite, le *Puccinia Asphodeli* Duby, qui attaque parfois l'*Asphodelus albus* dans notre région bretonne (1).

Les faisceaux libéro-ligneux n'ont rien de particulier. Dans la portion de la feuille représentée (fig. 1 et 2), ils étaient au nombre de 8 ; ceux des bords et de la nervure médiane étaient plus volumineux que les autres.

(1) Ménier, Aperçu de la Flore de la Loire-Inférieure. Nantes, 1900.

Au centre de la coupe se trouvait une lacune bien développée, de forme allongée.

Proportions gardées, les coupes des feuilles radicales de la rosette présentaient une structure analogue, sans intérêt particulier.

2. — Appareil reproducteur

L'appareil reproducteur de l'*Asphodelus luteus* est très curieux, tant par les divers caractères morphologiques qui lui sont particuliers que par les mouvements spontanés dont certaines de ses parties sont le siège et qui n'ont été que très incomplètement étudiés jusqu'ici.

L'on sait que Reichenbach a fait de cette plante le type du genre *Asphodeline* qui se distingue du genre *Asphodelus* par ses étamines réjetées-ascendantes, ses fleurs géminées à l'aisselle d'une bractée fauve plus longue que les pédicelles, par son stigmate simple et sa capsule triloculaire légèrement charnue.

Pour comprendre et préciser les changements causés par le climat marin chez cette espèce, il est nécessaire de décrire, avec plus de détails, les particularités d'organisation qui caractérisent l'appareil reproducteur de cette curieuse Liliacée, telles que je les ai observées pendant trois années successives au jardin des plantes de Rennes (1918-1919-1920).

a. *Inflorescence*. — Les tiges florales apparaissent de bonne heure au printemps en nombre variable suivant la force du pied. Elles sont épaisses et dures et se maintiennent facilement dressées malgré le poids des feuilles et des fleurs ou des fruits. Au bout d'un certain temps de croissance, leur sommet se renfle et on voit bientôt poindre l'inflorescence sous la forme d'un cône massif rappelant celui de la Scille du Pérou : elle est portée par un pédoncule gros et court, ayant un ou deux centimètres de long au plus. Elle s'allonge ensuite assez rapidement et devient sensiblement cylindrique : sa longueur maxima est de 45 centimètres complètement développée. Jusqu'ici les tiges florales sont restées simples, sans ramifications (planche 42, à gauche).

L'inflorescence a été considérée par certains botanistes comme un long épi assez serré ; quelques-uns l'ont rangée dans les grappes

simples ; d'autres en ont fait une grappe de cymes. Ce sont ceux-ci qui ont raison. Les fleurs ne sont pas géminées, au sens propre du mot, quoi qu'on en ait dit. S'il y a le plus souvent deux fleurs à l'aisselle de chaque bractée, à un moment donné, elles sont presque toujours d'âge différent. J'en ai cependant trouvé plusieurs fois deux de même âge à l'aisselle d'une bractée florale ; mais c'est une très rare exception. On peut aussi rencontrer parfois trois et même quatre fleurs inégalement développées à l'aisselle de certaines bractées.

L'axe secondaire ou cyme qui les porte ne perd pas sa vitalité après la production de la seconde fleur ; il se développe successivement un certain nombre de bourgeons floraux dont deux coexistent le plus souvent ; les fleurs se succèdent ainsi jusqu'à ce que la croissance de l'axe secondaire soit achevée, ce qui demande un temps assez long, car la cyme dure presque aussi longtemps que l'axe principal, dans la majorité des cas.

La floraison est centripète au début : les premières fleurs apparaissent vers la base. Quand l'inflorescence a atteint sa taille définitive, la floraison devient presque centrifuge. Dans les conditions normales, une fois la croissance de l'axe principal terminée, ce sont les fleurs du sommet qui s'ouvrent les premières (fig. 1, pl. 43). Cependant elles ne suivent pas toujours l'ordre régulier d'insertion sur l'axe floral.

A ce moment, il se forme chaque jour des sortes de couronnes de fleurs qui sont séparées par des espaces vides (fig. 2, pl. 43). Elles sont composées d'un certain nombre de fleurs, variable suivant les couronnes et, pour une même couronne, suivant les jours de floraison. Quelques chiffres permettront de s'en rendre compte. Le 23 mai 1918, par un beau temps, il y eut trois tiges fleuries le soir, à 2 heures : la première portait 5 couronnes composées respectivement, de haut en bas, de 5, 6, 5, 3 et 3 fleurs ; la seconde avait également 5 couronnes formées de 4, 4, 5, 3 et 5 fleurs ; enfin la troisième présentait seulement 4 couronnes comprenant 5, 5, 3 et 4 fleurs. Au total, il y avait ce jour-là 60 fleurs épanouies.

Le lendemain, il y avait 5 couronnes sur chacune des trois tiges ; les fleurs se répartissaient, de haut en bas, chez la première, en 4, 3, 4, 4 et 3 ; chez la seconde, en 5, 4, 3, 4 et 3 ; chez la troisième, en 3, 5, 4, 3 et 2, avec un total de 54 fleurs épanouies.

Ces différences sont plus prononcées encore quand la floraison

touche à sa fin. Les mêmes tiges, le 27 mai, présentaient les dispositions suivantes : la première portait 6 couronnes ayant respectivement 2, 3, 5, 3, 1 et 1 fleurs: la seconde, 5 couronnes, avec 2, 3, 3, 3 et 2 fleurs; enfin la troisième n'avait que 3 couronnes fleuries avec 2, 2 et 1 fleurs; soit un total de 33 fleurs, très inégalement réparties sur les trois tiges florales.

Le 28 mai, par une journée semblable à la précédente comme météorologie, les chiffres étaient les suivants : pour la première tige, 5 couronnes avec 1, 1, 1, 1 et 1 fleurs; pour la seconde, 5 couronnes avec 3, 3, 3, 2 et 1 fleurs; pour la troisième, 4 couronnes avec 2, 2, 3 et 1 fleurs; soit un total de 28 fleurs pour la plante entière, mais disposées d'une façon tout autre que celles de la veille.

Si maintenant l'on examine l'épanouissement centrifuge des couronnes, on constate qu'il est lui-même soumis à des fluctuations importantes. Non seulement les fleurs d'une même couronne s'ouvrent en des temps inégaux et à des moments différents et ne s'épanouissent pas dans un ordre régulier centrifuge, comme il sera indiqué plus loin, mais les couronnes elles-mêmes fleurissent en des périodes inégales et à des heures variables dans la journée. Cela se comprend facilement : les fleurs qui s'épanouissent de bonne heure le matin s'ouvrent plus lentement, toutes conditions égales d'ailleurs, que celles qui s'épanouissent le midi quand la température est plus élevée et l'air plus sec.

Il m'a suffi de relever l'épanouissement des couronnes et des fleurs pendant trois années consécutives pour me rendre compte qu'il en est presque toujours ainsi. Considérons, par exemple, l'épanouissement des couronnes les 24, 25 et 26 mai 1918, pendant trois jours de beau temps, en tout comparables comme météorologie

Le 24 mai, l'épanouissement d'une des tiges en observation commença, pour la 1re couronne, à 7 h. 30 du matin et finit à 10 h. 30, durant ainsi trois heures; la 2e débuta seulement à 12 h. 30 et finit à 13 h. 30, ayant duré 1 heure; la 3e et la 4e s'épanouirent à 13 h. 30 et à 13 h. 45, en un quart d'heure à peine : la 5e débuta à 14 h. 30 et l'épanouissement total dura 20 minutes.

Le 25 mai, le début de l'ouverture de la 1re couronne eut lieu à 7 heures; l'épanouissement se termina à 8 h. 30, durant 1 h. 30: la 2e commença sa floraison à 10 h. 10 et acheva de s'étaler à 12 heures: sa durée d'épanouissement fut de 1 h. 50; l'épanouissement

des 3e, 4e et 5e couronnes se fit presque simultanément à 12 h. 15 et dura 45 minutes à peine dans les trois cas.

Le 26 mai, il y eut de nouveaux changements. La 1re couronne s'ouvrit à 6 h. 50; elle finit de s'étaler à 8 h. 30, ayant mis 2 h. 40 à s'épanouir; la 2e, à 9 h. 45 et finit à 10 h. 37; son épanouissement dura 52 minutes; la 3e, à 11 h. 30 et se termina à 12 h. 30, avec une durée d'épanouissement d'une heure; la 4e et la 5e, à 11 h. 50 et finirent à 1 heure; leur épanouissement dura 70 minutes.

Ce qu'il faut retenir de ces chiffres, en dehors des différences dans la durée d'épanouissement des couronnes, c'est qu'il s'écoule un temps variable, avec les jours considérés, entre l'ouverture des couronnes successives. La fin de l'épanouissement d'une couronne ne commande pas obligatoirement et mathématiquement l'ouverture de la suivante. Cependant la longueur du temps qui s'écoule entre les déclanchements successifs des couronnes est plus marqué au début de la journée que vers le milieu du jour, ce qui montre bien que la température joue un rôle important dans le phenomène. Mais comme ces intervalles sont variables pour deux mêmes couronnes suivant les jours, bien que la température n'ait pas changé d'une façon très sensible, il faut en conclure que d'autres facteurs, en particulier des facteurs internes, interviennent dans le phénomène.

Du fait même de ces inégalités dans les périodes d'ouverture, il y a pour une inflorescence particulière et pour toutes les inflorescences, c'est-à-dire pour la plante entière, des variations plus ou moins étendues dans la durée de la floraison journalière. Les chiffres qui seront donnés plus loin montreront l'importance de ces variations. Il feront voir en outre que les fluctuations météorologiques retentissent sur le phénomème : en général, l'abaissement de la température, les brouillards et surtout la pluie retardent l'épanouissement, l'apparition des fleurs, et augmentent la durée d'ouverture des couronnes.

b *Fleur : ses modes d'épanouissement.* — Les fleurs jeunes sont presque appliquées contre l'axe principal qui les porte : elles ont une direction sensiblement verticale et possèdent par conséquent un géotropisme nettement négatif. Celui-ci varie au fur et à mesure que la fleur se développe ; les bourgeons floraux s'allongent et s'écartent

de la verticale ; quand la fleur s'épanouit, le pédoncule est presque horizontal (fig. 1 et 2, pl. 43). Après la floraison, il se recourbe vers le sol et conserve cette disposition chez les fleurs non fécondées qui sont destinées à tomber un certain temps après leur déliquescence ; il se redresse verticalement au contraire chez les fleurs dont l'ovaire se développe en fruit.

Ces mouvements du pédoncule ont été considérés comme essentiellement autonomes et indépendants du milieu extérieur. Il suffit, pour démontrer qu'il n'en est pas ainsi d'une façon absolue, de courber horizontalement une inflorescence. Au bout de quelques jours, les jeunes fleurs s'écartent de l'axe, se dressent verticalement et reprennent leur géotropisme négatif jusqu'à leur épanouissement. A ce moment, le pédoncule devient horizontal et se courbe ensuite plus ou moins vers le sol. Toutefois, tous les pédoncules, par suite de la direction horizontale de la tige, se trouvent occuper des positions différentes, dans lesquelles le redressement vertical ne s'effectue pas avec la même facilité. Ils prennent alors une direction plus ou moins oblique, comme si celle-ci était la résultante de forces contraires : quelques-uns mêmes restent horizontaux.

Dans le cas où l'on courbe la tige complètement vers le sol, par une rotation de 180°, tous les pédoncules, se trouvant sensiblement dans les mêmes conditions vis-à-vis de la pesanteur, se redressent verticalement en direction nettement opposée à celle qu'ils avaient sur l'inflorescence en position normale.

Ainsi il suffit de changer celle-ci pour modifier les mouvements du pédoncule ; cela ne se produirait pas s'ils étaient purement autonomes.

Considérons maintenant la fleur proprement dite et ses modes particuliers d'épanouissement.

Le périanthe est formé de six pièces, libres ou à peine concrescentes par la base, disposées en deux verticilles alternes et symétriques. Les sépales sont moins larges que les pétales et de forme légèrement plus effilée. Ils ont un diamètre maximum de 4 mm. et sont moins renflés dans leur milieu que les pétales qui ont 7 mm. de largeur maxima.

Ouverte complétement, la fleur a 65 mm. de diamètre en tous sens et forme une étoile presque régulière à six branches (fig. 10). Quelquefois, mais très rarement, les pièces du périanthe se disposent

en deux groupes inégaux, et la fleur devient à symétrie bilatérale au lieu de rester à symétrie rayonnée (1). La cause véritable de ce changement m'est inconnue. Peut-être s'agit-il ici de variations accidentelles de turgescence provoquées par une inégalité de répartition des produits plastiques quand des faisceaux libéro-ligneux sont restés plus faibles que d'autres pour une raison quelconque lors de

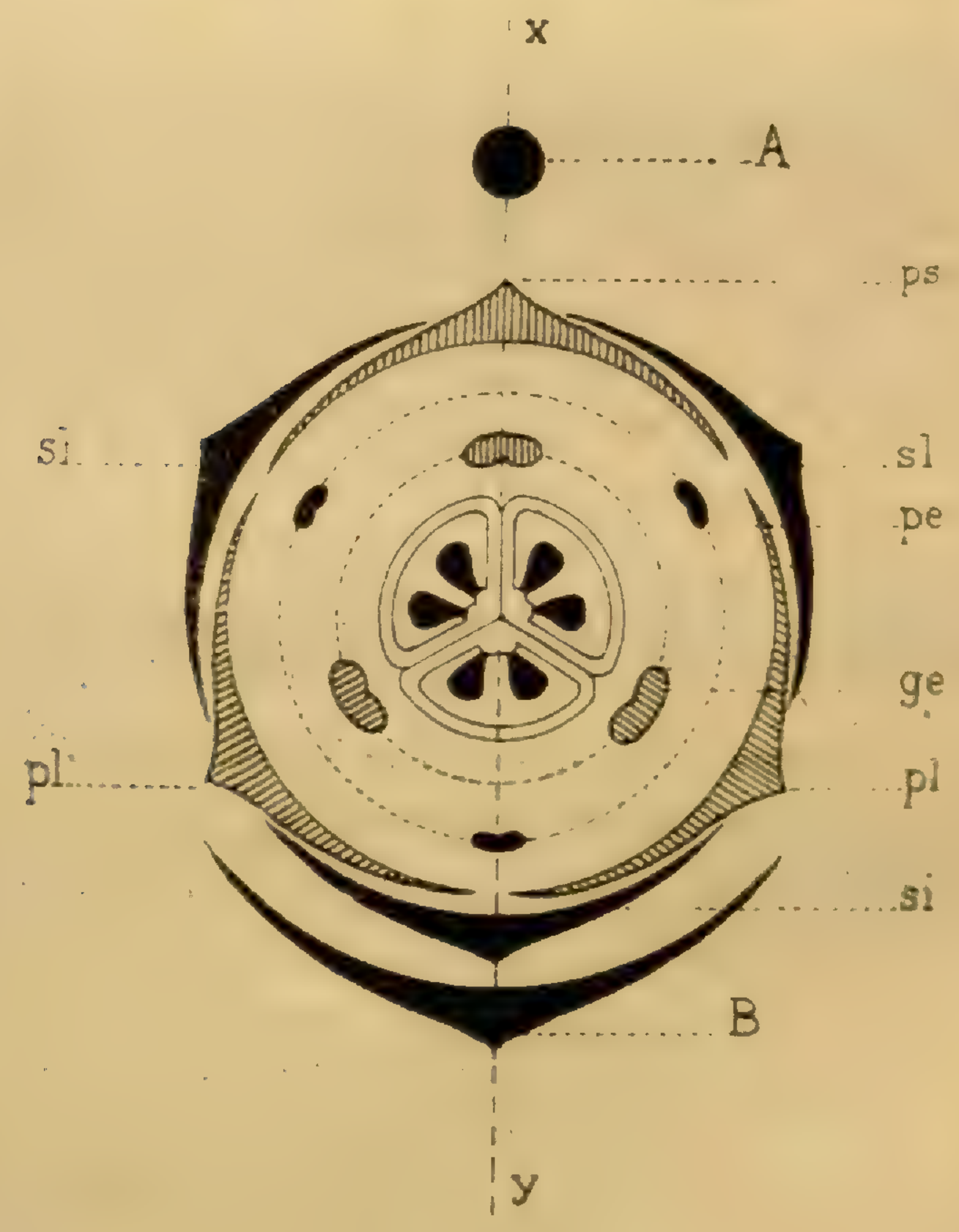


Fig. 3. — Diagramme de la fleur d'*Asphodelus luteus*.

leur croissance (éclairement différent, piqûre d'insecte, torsions, etc.)?

Le calice est pétaloïde et sa couleur ne diffère pas sensiblement de celle de la corolle. A leur face inférieure, sépales et pétales sont parcourus par une nervure verte ; ils sont sensiblement de même longueur.

(A suivre.)

(1) J'ai observé pareille symétrie bilatérale accidentelle chez des Stellaires, des Radis, des Moutardes ; le fait n'est pas isolé, comme on pourrait le croire. Voir Lucien Daniel, Recherches sur la flore d'Erquy, etc., *Loc. cit.*

ADJONCTIONS

A LA FLORE FOSSILE DE VARENNES

par MM. Roland DE LA VAULX et Pierre MARTY

Nos *Nouvelles recherches sur la flore fossile de Varennes (Puy-de-Dôme)* ayant paru dans la *Revue Générale de Botanique*, nous croyons inutile d'entrer dans de longs détails touchant ce que l'on sait de cette flore.

Que le lecteur veuille bien se reporter à notre précédent mémoire, dont il suffira de rappeler ici les conclusions.

La flore fossile de Varennes, près Murols, a été enfouie dans les sédiments d'un lac où tombaient simultanément les cendres que rejetait le volcan du Saut de la Pucelle, étudié par M. Glangeaud.

Cette flore comprend 47 genres de plantes arborescentes, frutescentes ou herbacées, réparties en 23 familles, et dont 37 ont pu être déterminées spécifiquement. Elle date du Mio-Pliocène, mais est, chronologiquement, plus près du Pontien que du Plaisancien. Elle est plus récente que celle de la Bourboule et plus ancienne que celle de Perrier. Les éléments qui la composent, ou leurs homologues actuels, se retrouvent aujourd'hui, pour moitié dans l'Europe méridionale, pour un quart en Auvergne, pour le reste en Asie et, en proportion moindre, aux États-Unis. C'est une flore continentale, montagnarde, tempérée, contenant moins de 1/10 d'espèces subtropicales. Elle dénote, pour le climat qui régnait dans la région de Varennes lors de sa fossilisation, une moyenne thermique de 12 à 14°. Depuis le Mio-Pliocène, les éléments, depuis exclus, qui la composent, ont émigré de 5° géographiques vers le Sud.

L'un de nous ayant récolté, dans le gisement de Varennes, quelques empreintes de plantes nouvelles pour ce gisement, nous nous proposons de les faire connaître dans les lignes suivantes.

Salix cinerea L. (Salicinées) Planche 45. Fig. 1, 2.

Feuilles obovales, à marge festonnée vers le haut. Nervure médiane forte. Nervures secondaires au nombre d'environ 8 paires, longuement recourbées, ascendantes le long de la marge, où elles s'anastomosent les unes aux autres par des aréoles décroissantes. Réseau tertiaire perpendiculaire à la médiane, donc oblique aux secondaires, à nervilles simples ou bifurquées. Réseau ultime à angle droit du tertiaire. — 2 spécimens.

L'identité de ces feuilles avec celles de notre Saule cendré indigène est absolue. L'espèce, déjà reconnaissable dans le Pontien de Joursac, se retrouve dans les cinérites plaisanciennes du Cantal et n'a plus quitté l'Auvergne depuis cette époque.

Corylus Avellana (?) L. (Cupulifères) Fig. 3.

Une empreinte unique, très aplatie, assez vague, où l'on semble distinguer une noisette, ovoïde, encore en partie engagée dans sa cupule à bords laciniés.

Ce fossile est trop mal conservé pour qu'on puisse exprimer, à son endroit, une opinion bien nette. Nous nous bornerons à rappeler que, comme l'espèce précédente, le Coudrier existe dans le Pontien et le Plaisancien du Cantal, pays où il abonde encore de nos jours.

Quercus (?) sp. (Cupulifères) Fig. 4.

Empreinte très comprimée d'un fruit à contour elliptique, à la base duquel paraît exister la cicatrice de la cupule, tandis que son sommet porte la légère turgescence où, sur les glands, s'implante le style. — Exemplaire unique.

Les caractères qui viennent d'être décrits sont des plus fugaces et le fossile en question laisse autant de doute dans l'esprit que le précédent.

Il suffira de noter ici que, tel quel, il ressemble beaucoup aux fruits du Chêne sessiliflore, à qui nous avons rapporté les nombreuses feuilles de *Quercus* exhumées du gisement de Varennes.

Ulmus ciliata Willd (= *U. effusa* Willd) (Ulmacées) Fig. 5.

Samare elliptique, insérée sur un périgone apparemment sessile. Graine elliptique, médiane. Aile à échancrure invisible par suite d'une mutilation, mais n'ayant pu qu'être placée très haut. Nervures de l'aile rayonnant autour de la nucule et anastomosées de façon à délimiter des cellules allongées. — Exemplaire unique.

L'abbé Boulay, dans sa belle *Flore pliocène du Mont-Dore*, attribue à l'*U. ciliata*, tout en reconnaissant leur ressemblance avec *U. campestris*, certaines feuilles du gisement de Varennes que, d'accord avec M. Laurent, nous avons rapportées à cette dernière espèce. Or, la samare qui vient d'être décrite appartient, sans conteste, à l'*U. ciliata*. La graine est située au milieu de la samare et n'atteint pas l'échancrure, ce qui est le propre de l'Orme cilié et exclut l'Orme champêtre. Il est vrai que, de celui-ci, la samare en question possède le périgone sessile. Mais un tel caractère ne saurait être mis en balance avec les précédents, car il peut s'agir ici du bris accidentel d'un pédicelle délicat.

Nous n'en maintenons pas moins le rattachement à l'*U. campestris* des feuilles rapportées de préférence par Boulay à l'*U. ciliata*. Mais, en présence de la samare qui vient d'être décrite, nous reconnaissons que l'Orme cilié, encore abondant en Auvergne, coexiste avec l'Orme champêtre dans les cinérites du Mont-Dore, comme il le fait, d'ailleurs, dans celles du Cantal.

Abronia Bronnii Laurent (Nyctaginées) Fig. 6.

Samare montrant trois ailes obovales, à nervation radiante, délimitant des aires pentagonales. Nucule centrale, fusiforme. — Exemplaire unique.

Ce fruit est identique à ceux du Pontien et du Plaisancien du Cantal, dont M. Laurent, plus perspicace que les nombreux paléontologistes qui se sont occupés avant lui de cette espèce, a été le premier à montrer sa quasi-identité avec l'*A. cycloptera* Asa Gray. Nyctaginée herbacée et montagnarde de l'Ouest des Etats-Unis.

Rubus niacensis Laurent (Rosacées) Fig. 7.

Foliole terminale, ovale, lobée-dentée, à six paires de nervures

secondaires pénétrant dans les dents cardinales des lobes. Nervures tertiaires flexueusement transverses, souvent anastomosées entre elles. Nervures de quatrième ordre perpendiculaires aux tertiaires.

Cette foliole est identique à celles que M. Laurent a décrites des cinérites plaisanciennes du Cantal et ne diffère, pour ainsi dire pas, de celles du *R. cæsius* L., qui abonde encore dans le même pays.

Cotoneaster Boulayi de La Vaulx et Marty (Rosacées) Fig. 8. (grossie d'un tiers)

Folia perparvula, crassa, elliptica, utrinque attenuata, margine integerrima ; nervio medio robusto, nervis secundariis arcuatis, multifurcatis, cum tertiariis plus minus fusis.

Très petite feuille, épaisse, coriace, elliptique, atténuée aux deux bouts, terminée par une pointe vive, marge entière. Nervure médiane forte ; nervures secondaires faiblement indiquées, recourbées vers le haut, plusieurs fois bifurquées et se confondant, plus ou moins, avec les tertiaires, qui courent parallèlement à elles en se bifurquant de même, de façon à délimiter des aires allongées obliquement à la médiane. — Exemplaire unique.

Cette petite feuille fait d'abord songer à celles d'un Myrtille. Mais aucun des nombreux *Vaccinium* que nous avons examinés ne nous a paru concorder de tous points avec elle. Nous croyons, par contre, avoir trouvé cette concordance parmi les petits *Cotoneaster* à feuilles persistantes dont le *C. microphyllus* Reg. de l'Himalaya peut être pris pour type.

Mais, comme il existe, dans la région orientale de cette chaîne de montagnes, toute une série de *Cotoneaster* du même type, cultivés aujourd'hui par MM. de Vilmorin dans leur bel *arboretum* des Barres, et qui, au point de vue exclusivement foliaire, sont presque indistincts les uns des autres, nous avons cru plus prudent de ne rapporter spécifiquement le fossile de Varennes à aucune de ces formes plutôt qu'à une autre. C'est pourquoi nous en faisons une espèce nouvelle, dont nous offrons la dédicace à la mémoire de notre vénéré prédécesseur dans l'étude de la flore fossile du Mont-Dore, l'éminent paléontologiste Boulay.

La feuille de Varennes n'est pas sans analogie de forme avec le *C. minuta* Sap. de l'Oligocène d'Aix, mais la nervation diffère trop.

de part et d'autre, pour permettre une assimilation spécifique. Elle nous semble s'écarter davantage encore des autres *Cotoneaster* fossiles décrits par les paléontologistes.

Ilex decidua Walt (Ilicinées) Fig. 9.

Nous reproduisons ici une belle feuille de cette espèce récemment découverte par l'un de nous, et qui complète, par sa nervation mieux conservée, celle que nous avons figurée dans notre précédent mémoire.

Incertæ sedis. Fig. 10.

(avec une capsule grossie)

Nous figurons, à titre documentaire, une curieuse cyme formée de trois capsules pédicellées, biloculaires, à placentation pariétale, portant, le long des cordons, des graines elliptiques et dressées. Il nous est impossible de suggérer, à son sujet, une attribution valable.

Les fossiles qui viennent d'être décrits ont été, ainsi que ceux de nos précédentes récoltes, déposés dans les collections du Muséum de Paris.

CONCLUSIONS

Abstraction faite des formes douteuses, nos dernières recherches sur la flore fossile de Varennes nous ont permis de l'augmenter de 5 espèces nouvelles pour celle-ci, *Salix cinerea*, *Ulmus ciliata*, *Abronia Brownii*, *Rubus Niacensis* (= *R. casius*) et *Cotoneaster Boulayi*, dont la dernière est, en outre, nouvelle pour la flore fossile générale.

Sur ces 5 espèces, les 4 premières existent dans la flore tertiaire du volcan du Cantal et 3, *Salix cinerea*, *Ulmus ciliata* et *Rubus niacensis* (= *R. casius* font encore partie de la flore indigène au Mont-Dore. L'une, *Cotoneaster Boulayi* (= *C. microphyllus*) est asiatique et la dernière, *Abronia Brownii* (= *A. cycloptera*) est nord-américaine. Toutes sont d'affinités tempérées et montagnardes.

Ces constatations s'accordent exactement avec celles que nous avons faites dans notre précédent mémoire et portent à 52 le nombre des espèces végétales découvertes jusqu'ici à Varennes, qui devient ainsi l'un des plus riches gisements de la France centrale.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 45.

PLANTES FOSSILES DE VARENNES

1, 2. *Salix cinerea* L. — 3. *Corylus Avellana (?)* L. — 4. *Quercus (?).* — 5. *Ulmus ciliata* Willd. — 6. *Abronia Bronnii* Laur. — 7. *Rubus niacensis* Laur. — 8. *Cotoneaster Boulayi* de La Vaulx et P. Marty. — 9. *Ilex decidua* Walt. — 10. *Incertæ sedis.*

TERMES DE COMPARAISON

a, *Rubus cæsius* L. — b, *Cotoneaster microphyllus* Reg. — c, *Ilex decidua* Walt.

Toutes les figures en grandeur naturelle, sauf 8, grossie d'un tiers.

EXPÉRIENCES

DE

RAJEUNISSEMENT ET DE PERFECTIONNEMENT

DE

LA POMME DE TERRE

par M. J. AUMIOT

(suite et fin)

En 1918, deux plantes de *S. M. modifié en 1916* mutèrent en *S. Tuberosum* cultivé. La première *S. M. muté 18-1*, très atteinte par le *Phytophtora* n'a pas donné de descendance viable .

La deuxième, *S. M. mutation 18-2*, se distinguait par son aspect général de *S. tuberosum* cultivé, ses feuilles duveteuses, vert franc, à 3 paires de folioles accompagnées d'assez nombreuses, mais petites foliolules, à rachis pigmenté de violet ainsi que les tiges. A son arrachage, le 1er octobre, elle formait une touffe de 82 cm. de long et donna, sur des stolons ne dépassant pas 22 mm., onze tubercules surmoyens et très petits, bosselés, très sains, à yeux moyennement profonds, à peau violacée ou jaune légèrement marquée de violet sur quelques tubercules, parsemée de lenticelles assez nombreuses

En 1919, *S. M. modifié en 1916* produisit une nouvelle mutation assez vigoureuse, fortement pigmentée de violet, à feuilles amples, assez fortement gaufrées, à 3-4 et parfois 5 paires de folioles latérales, accompagnées d'assez nombreuses foliolules. Calice à longs mucrons; corolle rotacée, lilas violet; androcée et gynécée de Pomme de terre cultivée.

L'arrachage eut lieu le 13 septembre, presque à fin de végétation et découvrit, sur stolons très courts, 6 tubercules sous-moyens et petits, ronds ou peu allongés, à yeux peu profonds, à peau violet rouge, peu lenticellée, à chair blanche.

S. M. muté N° 15 obtenu en 1920, provient d'une autre lignée agame, apparemment moins modifiée. J'ai donné ci-avant la description de cette plante.

En 1919 et 1920, *S. M. Mutation* 2-18 a fourni une abondante récolte de tubercules surmoyens et gros, longs, bosselés; à yeux moyens ou assez profonds, à chair blanche. Cultivée en sols sains, elle s'est donc montrée très productive, résistante à la sécheresse, et n'a pas souffert de la maladie. Mi-tardive, elle mérite d'être essayée en grande culture.

En résumé, nous pouvons obtenir par la mutation gemmaire culturale des *Solanum* tubérifères sauvages des pommes de terre comestibles qui sont :

1°) *Rustiques, très vigoureuses, résistantes à la maladie et très productives.* Exemples : *S. C. muté 1918* et très particulièrement *S. C. muté 1917.*

2°) En partant de *S. Maglia*, des formes semblant convenir *aux terrains secs, très vigoureuses et très productives.* Exemple : *S. Maglia muté 2-18.*

Enfin, si les plantes mutées ne produisent en général pas de fleurs ou seulement des boutons fugaces la première année, elles fleurissent normalement dans la suite. Il devient alors possible de les croiser avec nos variétés en culture, afin de réaliser l'union des meilleures qualités des géniteurs ou de les renforcer. *S. C. Mutation 1917* nous en fournira un exemple.

II

Semis de graines obtenues par fécondation artificielle.

J'ai élevé en 1918, à Villeurbanne et au Parc de la Tête-d'Or, en pots ou en pleine terre, 34 plantes dont je me proposais d'opérer le croisement : 3 *Beurre*, 3 *Wonder of the World*, 3 *Jaune de Norvège*, 1 *Triomphe*, 1 *Blanchard*, 1 *Maréchal Vaillant*, 1 *Enowflack*, 1 *Bolivienne* 6, 1 *Bolivienne* 10 *bis*, 1 *Bolivienne* 17, 1 *Bolivienne Rouge A*, 3 *S. Commersonii*, 2 *S. Maglia*, 2 *S. Caldasii*. Soit 7 variétés cultivées, 4 variétés boliviennes et 3 espèces sauvages.

On ne manquera pas d'observer que cette liste ne comprend aucune de nos meilleures variétés de grande culture. C'est que j'avais un premier écueil à éviter, leur stérilité à peu près générale.

Je n'ai donc choisi pour un premier essai que des plantes que j'avais vu fructifier dans nos cultures, exception faite pour *S. Maglia* et *Bolivienne Rouge A*. En outre, les tubercules de plant furent placés à la surface de la terre des pots ou de la plate-bande, et recouverts d'une butte de terre légère tamisée. Les buttes furent enlevées par un courant d'eau, le 3 mai, et les stolons naissants soigneusement retranchés. Au moyen d'un peu de mousse humide, je ménageai un regard sur la base des tiges avant de rechausser les racines. Cette fenêtre permit d'enlever tous les dix ou quinze jours, au maximum, les stolons ou jeunes tubercules. Les tubercules sont des greniers où s'accumulent les matériaux de réserve de la plante, et les baies utilisent en partie ces matériaux; je pouvais espérer favoriser par la suppression des uns le développement des autres.

Les premières pollinisations furent opérées le 23 mai. Je résumerai brièvement la technique de cette opération. Choix de gros boutons, près de s'épanouir, dont on enlève avec des ciseaux les enveloppes florales, afin de faciliter la suppression des étamines et la pollinisation. L'émasculation s'opère avec une pince souple et effilée, par le renversement en arrière des étamines qui se détachent ainsi sans effort. Le pollen du géniteur mâle est recueilli dans le fond d'un verre de montre. Après avoir fait choix de fleurs dont les anthères s'ouvrent, on saisit successivement chacune d'elles avec la pince. On la renverse au-dessus du verre, et quelques petits coups secs de la pince sur les ciseaux maintenus de la main gauche font tomber le pollen. La pollinisation est rendue très facile par la flexibilité du pédoncule et des pédicelles floraux, qui permet de tremper chaque stigmate dans la poussière fécondante et de bien l'en imprégner. Une étiquette indiquant la nature, la date et le nombre de pollinisations opérées sur chaque inflorescence, est attachée à la base de la hampe puis, chaque cyme est mise à l'abri des fécondations accidentelles dans un sac en papier manille. On trempe le côté ouvert du sac dans l'eau, afin de lui donner la souplesse nécessaire à sa fermeture contre le pédoncule. Deux liens de raphia fixent le sac à un tuteur. Sept à dix jours après on enlève les sacs: les ovaires fécondés commencent à grossir, les autres fleurs se sont détachées. Les résultats sont consignés sur un carnet spécial.

Le pollen est souvent stérile. Les grains vus sous le microscope paraissent alors polyédriques, recroquevillés, au lieu d'être gonflés

et arrondis. Pratiquement, je considère comme étant le plus souvent fertiles les pollens qui s'échappent avec abondance des anthères.

En 1918, j'ai amené à fructification, par 26 croisement différents, souvent inverses, *S. Maglia* et *S. Commersonii* sauvages et les variétés *Jaune d'Or de Norvège*, *Beurre*, *Blanchard*, *Enouflack*, *Maréchal Vaillant*, *Wonder of the World*, *Bolivienne 6*. J'ai obtenu 170 baies : 153 par métissage; 8 par hybridation; les 9 autres provenant de fécondations accidentelles.

Cinq baies hybrides de *S. Commersonii* n'ont produit aucune graine, la sixième en renfermait 3, qui n'ont, d'ailleurs, pas levé. Deux fruits de *S. Maglia* × *Enouflack* contenaient l'un 3 graines, l'autre 5. Une seule a levé et a donné une plante hybride dont je parlerai plus loin.

Les fruits hybrides ne renferment donc que de rares graines. Dans les autres, j'en ai trouvé des nombres extrêmement variables, depuis 11 jusqu'à 292. Deux facteurs principaux paraissent intervenir dans la production des graines, la valeur fécondante du pollen employé, et le degré d'affinité des géniteurs.

Les baies sont mûres lorsque leur chair se ramollit. De vertes, elles deviennent blanches, jaunes, violacées, rougeâtres. La maturation se produit au bout de temps très différents : le plus souvent les pédicelles se dessèchent ou les fruits tombent avant la maturité, parfois même avant le développement des graines à leur intérieur.

En 1919, la durée des baies sur la plante a varié de 27 à 89 jours.

Chaque baie ou cyme de baies est placée avec son étiquette dans une case spéciale. Des boîtes plates, en bois léger, sont facilement aménagées à cet effet. La maturation des graines s'achève à l'intérieur de la pulpe, et je n'ai pas observé de différence de vigueur chez les plantes provenant de fruits plus ou moins mûrs après 35 jours de durée sur plante. Au-dessous d'un mois, les graines sont généralement petites : la germination et la force des plantules s'abaissent rapidement.

Les baies exposées à l'air se ramollissent ou se dessèchent. Deux mois environ après leur récolte, on peut commencer à extraire leurs graines. Cette opération est longue, minutieuse, car les graines de chaque fruit doivent être mises à sécher et être ensachées ensuite séparément.

Les baies de la Pomme de terre cultivée affectent plusieurs

formes: le plus souvent, elles sont subglobuleuses. Celles de *S. Commersonii* sont cordiformes et plus ou moins allongées; celles de *S. Maglia*, arrondies, petites. Les fruits de *S. Caldasii* ont une forme très spéciale que j'ai représentée et décrite (loc-cit), et leur grosseur est très variable.

Dans mes trois années d'expériences, pas de cas apparent de xénie, la forme des baies n'a jamais été impressionnée par le croisement quel qu'ait été le géniteur mâle. Les fruits des *S. Maglia* et *Commersonii*, de *Wonder of the World* et de *Bolivienne 6*, par exemple, ont dans tous les cas conservé leur forme caractéristique. Mais les fruits des métis, dans les cas observés, ont l'aspect de ceux de la variété mâle.

La grosseur des baies des variétés cultivées varie du volume d'une petite bille d'enfant à celui d'une prune de belle grosseur et le nombre de leurs graines n'est souvent pas en rapport avec leur volume. Les graines sont blondes, brunes ou noirâtres et leurs dimensions variables.

En 1919, j'ai semé sous châssis, au Parc de la Tête d'Or, environ 10.000 graines, à raison de 40 à 50 par pot de cinq pouces. Semis plus dense vers la paroi des pots, saupoudrage de 2 à 3 mm., de compost riche finement tamisé, tassement modéré et uniforme complété par un fort bassinage. Les pots numérotés et étiquetés sont placés en rangs dans les coffres. Un semis moins serré est certainement préférable, lorsqu'on dispose du matériel nécessaire.

J'ai résumé dans une communication à l'Académie d'Agriculture de France (séance du 20 Novembre 1919), les résultats culturaux remarquables donnés par ces semis la première année.

En 1919, 16 variétés cultivées, trois variétés boliviennes, onze métis, un hybride, trois espèces sauvages et une forme d'origine douteuse, le *S. Etuberosum* de Sutton, sont entrés par croisements en combinaison. Des fructifications ont été obtenues sur *Beurre, Early rose, Institut de Beauvais, Industrie, La Tour d'Auvergne, Jaune safranée de Malte, Prince de Galles, Semis 1915 à tubere. jaune longs, Garibaldi, Enorflack, Boliviennes nos 6, 10 bis, 17, S. Commersonii mutation 1917, (Blanchard × Enorflack), (Blanchard · Beurre), (Beurre × Maréchal Vaillant), (Beurre · Jaune d'Or de Norvège), (Beurre × Bolivienne 10 bis), (Enorflack × Bolivienne*

171, *Jaune d'Or de Norvège* × *Beurre*, (*S. Maglia* × *Snowflack*) *S. Commersonii*, *S. Maglia*, et *S. Caldasii*. J'avais opéré 1.370 pollinisations et enregistré 458 réussites.

Les graines de 142 baies récoltées en 1919 ont été semées du 11 au 20 mars 1920 à la pépinière du Parc de la Tête d'Or. L'emplacement, le matériel, mes ressources et le temps ne me permettaient pas de faire davantage.

Ce semis a donné 4.033 plantules qui, après un repiquage en pots, sous verre, ont toutes été plantées en pleine terre dans un champ de l'Asile départemental de Bron, sauf deux plantes hybrides de *S. Commersonii*. Leur reprise a été parfaite. Malheureusement le sol était infesté de *vers blancs* et de *vers gris* et près des 4/5 des plantules ont été détruites sans que j'aie pu y remédier. Je le déplore, car celles qui ont subsisté ont fait preuve d'une grande endurance à la sécheresse. Beaucoup ont été absolument indemnes de maladie, et annoncent des qualités supérieures. Avant de m'étendre sur ces métis de première année, je rapporterai comment se sont comportés en culture ceux obtenus l'année dernière.

La plupart des tubercules conservés en 1919 ont été cultivés à Bron en 1920. Les autres ont été cultivés à Anse et à Pomeys, dans le Rhône, ou à Merle, dans la Loire.

Aucun traitement préventif contre la maladie n'a été appliqué à ces plantes en expérience.

A Bron, la végétation se signala par un beau départ, malgré la sécheresse ; mais fin juin et commencement juillet, à la suite de brouillards légers, deux invasions extrêmement graves de *Phytophtora infestans* se produisirent sur le feuillage. Trente variétés environ, cultivées comme témoins, parmi lesquelles *Fin de siècle*, *Institut de Beauvais*, *Géante bleue*, *Jaune d'Or de Norvège*, ont été rapidement détruites. *Wohltmann* et *Jaune safranée de Malte*, bien que très atteintes, ont mieux résisté. Comparativement, *la résistance d'un certain nombre de métis était frappante. Aucun pied n'avait souffert, aucun ne présentait de symptôme de maladie.* Chaque variété était séparée de la suivante par un piquet surmonté de son étiquette. Nous avions ainsi sous les yeux une échelle de résistance spécifique, d'une lecture facile, allant depuis la destruction à peu près complète jusqu'à l'immunité. Les Commissions et les personnes qui ont visité le champ ont pu s'en convaincre.

Ci-dessous les numéros les plus remarquables par leur vigueur et leur résistance à la maladie :

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 4, 48, 79, 100, 172*, 173, 174, 175*, 179, 189*, 230, 231, 232*, 234.

Enowflack × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 99, 147, 310, 311, 314, 315, 332*, 333*, 336, 337, 338.

Jaune d'or de Norvège × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 115*, 168, 171, 277.

Blanchard × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 120*, 286.

Wonder of the World × *Bolivienne* 10 *bis*, n° 163*.

Beurre × *Bolivienne* 6, n° 78*.

Wonder of the Word × *Bolivienne* 6, n^os^ 219*, 220*.

Enowflack × *Bolivienne* 17, n° 343*.

Beurre × *Jaune d'or de Norvège*, n^os^ 156, 157, 168, 169, 203*, 204*, 205*, 206*, 207*, 208, 209, 210.

Beurre × *Maréchal Vaillant*, n^os^ 25, 39, 43, 44, 45, 46, 55, 57, 58*, 74, 76, 177, 179, 181, 183, 186*, 189, 190, 193*.

Beurre × *Blanchard*, n° 117*, 142.

Beurre × *Enowflack*, n° 236.

Jaune d'or de Norvège × *Beurre*, n^os^ 52*, 89*, 166*, 244, 245, 249*, 250*, 251*, 277.

Jaune d'or de Norvège × *Enowflack*, n^os^ 115*, 116*.

Wonder of the World × *Beurre*, n^os^ 63, 64, 65, 221, 222, 223.

Maréchal Vaillant × *Blanchard*, n^os^ 66*, 141*.

Blanchard × *Beurre*, n^os^ 13, 17.

Enowflack × *Beurre*, n^os^ 5, 194, 195, 351, 368.

Enowflack × *Maréchal Vaillant*, n^os^ 344, 346, 347, 349.

Mutations de S. Commersonii 1915, 1917, 1918, 1919.

Toutes plantes dont la récolte a été absolument exempte de maladie, et dont le feuillage a été très sain, ou n'a porté que de rares taches non caractérisées à mes nombreuses observations.

Voici, en regard, un tableau des variétés qui ont fourni les rendements les plus élevés. Il n'est ni parfait ni complet, par suite de l'impossibilité de faire d'aussi nombreuses pesées à la récolte, et de la précipitation qu'il a fallu apporter, parfois, aux arrachages. Nous n'en tirerons pas moins des renseignements très instructifs.

Variétés très productives.

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 167, 175*, 232*.
Beurre × *Bolivienne* 6, n^os^ 78 * 167.
Beurre × *Jaune d'or de Norvège*, n^os^ 203*, 204*, 205*, 206*, 207*.
Beurre × *Maréchal Vaillant*, n^os^ 58*, 186*.
Jaune d'or de Norvège *Beurre*, n^os^ 52, 125, 132, 164, 166, 201, 203, 204, 205, 206, 250*, 251*.
Jaune d'or de Norvège × *Enowflack*, n^os^ 115, 116, 128, 284.
Wonder of the World × *Bolivienne* 6, n° 219*.
Wonder of the World × *Beurre*, n^os^ 63*, 64*, 221*, 222*.
Enowflack × *Beurre*, n° 128.
Maréchal Vaillant × *Blanchard*, n^os^ 66*, 141*.
Blanchard × *Enowflack*, n° 184.
Blanchard × *Beurre*, n° 17.

Variétés productives.

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 147, 172*, 178, 189*.
Beurre *Maréchal Vaillant*, n^os^ 27, 28, 29, 30, 31, 32, 43*, 44*, 45*, 179*, 193*.
Jaune d'or de Norvège × *Bolivienne* 10 *bis*, n° 173.
Jaune d'or de Norvège *Beurre*, n^os^ 89*, 137, 140, 200, 201.
Jaune d'or de Norvège × *Enowflack*, n^os^ 136*, 304.
Wonder of the World × *Bolivienne* 10 *bis*, n° 163*.
Wonder of the World × *Bolivienne* 6, n° 220*.
Blanchard × *Bolivienne* 10 *bis*, n° 120*.
Enowflack × *Bolivienne* 10 *bis*, n^os^ 322*, 332*, 333*.
Enowflack × *Bolivienne* 17, n° 343*.
Wonder of the World × *Beurre*, n^os^ 65*, 66*, 223*.

J'ai marqué d'un astérique les numéros qui se trouvent dans les deux tableaux qui précèdent, afin qu'on puisse voir rapidement les variétés qui sont à la fois vigoureuses (en sol léger et année sèche), résistantes à la maladie et productives.

Cette lecture nous montre :

1° Que d'assez nombreux métis réunissent les qualités précitées. Beaucoup de croisements par *Bolivienne* 10 *bis* sont vigoureux, rustiques et réfractaires à la maladie, mais d'autres croisements

témoignent que la résistance des métis peut être infiniment supérieure à celle de leurs géniteurs.

2°) Ce ne sont pas toujours les semis les plus robustes, les plus forts qui fournissent le produit le plus abondant. Beaucoup de plantes trop stolonifères, trop tardives, insuffisamment productives, ou à tubercules petits et irréguliers, doivent être rejetées. Nous devons cependant tenir pour la sélection que ce sont des variétés à végétation puissante et de longue durée, dont nous devons attendre les plus hauts rendements. Nous n'en avons pas moins besoin de variétés résistantes et productives de toutes époques de maturité, et pour toutes fins recherchées. Observons, d'autre part, que les rendements des métis les plus productifs en 1919, à Bron, auraient pu être dépassés, à n'en pas douter, par d'autres métis, si les uns et les autres avaient été plantés comparativement dans un autre milieu. Nous devons surtout retenir, de ce premier essai cultural, la résistance de certaines formes à la sécheresse et à la maladie.

Les numéros suivants émergent, et peuvent être propagés pour la culture où ils prendront, je l'espère, une bonne place.

Beurre × *Maréchal Vaillant*, N° 43.

Plante vigoureuse, non pigmentée, très saine. Tubercules convenablement groupés, moyens, ovales, aplatis, réguliers, lisses, à yeux superficiels ou peu profonds. Peau jaune ; chair jaune foncé. Hâtive, très productive, de culture potagère ou alimentaire.

Beurre × *Maréchal Vaillant*, N° 58.

Très vigoureuse, à feuillage sain. Tubercules normalement groupés surmoyens et gros, ronds et mi-longs ou même longs ; peau rose ; chair jaunâtre. Mi-tardive ; très productive.

Jaune d'Or de Norvège × *Enowflack*, N° 115.

Vigoureuse, à feuillage ample, vert foncé. Beaux tubercules normalement groupés, surmoyens et gros, ronds, réguliers, à yeux moyens. Peau jaune ; chair jaunâtre. Mi-hâtive, productive ; culture alimentaire.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 63.

Très vigoureuse, pigmentée de violet ; tiges grosses, ramifiées ; feuillage ample. Tubercules bien groupés, gros et très gros, arrondis, aplatis, réguliers, à yeux rares et peu profonds. Peau violet rose

peu foncé ; chair jaunâtre. Mi-tardive ou tardive, des plus productives ; recommandable pour la grande culture et l'alimentation.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 64.

Vigoureuse, forte, non pigmentée, rustique. Tubercules bien groupés, gros et très gros, ronds ou mi-longs, aplatis, à yeux peu profonds ou superficiels. Peau rose ; chair jaune. Mi-tardive, excessivement productive ; excellent gain pour la grande culture et la culture alimentaire.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 65.

Belle plante, très vigoureuse, non pigmentée, à feuillage ample, vert brillant, sain. Tubercules bien groupés, gros et moyens, ronds, plus ou moins aplatis, lisses, à yeux moyens. Peau rose ; chair jaune. Mi-hâtive, très productive ; culture alimentaire.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 66.

Très jolie plante, vigoureuse, à feuillage ample, vert normal, sain. Tubercules bien groupés, moyens à gros, ronds ou presque, lisses, à yeux moyens. Peau jaune ; chair jaune. Mi-hâtive, très productive ; de culture alimentaire.

Nota. — La productivité de ce numéro et du précédent qui paraît devoir être très élevée en année normale leur permettra, sans doute, de prendre une place honorable en grande culture.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 221.

Vigoureuse ; légèrement pigmentée. Tiges fortes ; feuillage ample. Tubercules bien groupés, gros, d'une forme parfaite ; ovales ou oblongs, aplatis, très réguliers, lisses. Peau jaune ; chair jaune. Mi-hâtive, très productive ; une des meilleures à propager pour la culture alimentaire.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 222.

Saine, vigoureuse. Tiges dressées, fortes, légèrement pigmentées. Tubercules bien groupés, gros et très gros, ronds ou mi-longs, un peu aplatis, réguliers, à yeux larges, peu profonds ou superficiels, soulignés par une forte arcade. Peau légèrement rose ; chair jaune foncé. Mi-tardive, très productive ; grande culture et culture alimentaire.

Wonder of the World × *Beurre*, N° 223.

Belle et forte plante, saine, non pigmentée. Tubercules convena-

blement groupés, moyens à très gros, oblongs, réguliers, à yeux peu profonds ou superficiels. Peau jaune : chair jaune. Jolie variété, mi-hâtive, productive : grande culture ou culture alimentaire.

Wonder of the World × *Bolivienne 6*, N° 219.

Vigoureuse, robuste. Tiges grosses, rameuses, peu pigmentées, feuillage vert foncé, très sain. Tubercules assez bien groupés, gros et surmoyens, longs ou oblongs, lisses, à yeux superficiels ou peu profonds. Peau rose, nuancée ou panachée de rouge ; chair blanche. Mi-hâtive, très productive, de forme agréable : culture alimentaire.

Jaune d'Or de Norvège × *Beurre*, N° 52.

Robuste : à feuillage ample, sain. Tubercules un peu épars, moyens, oblongs, amincis à la base, réguliers, lisses, à yeux peu profonds ou superficiels. Peau jaune ; chair jaune foncé.

Des plus productives, paraît précoce. Excellent gain pour la culture potagère et la culture alimentaire.

Jaune d'Or de Norvège × *Beurre*, N° 250.

Vigoureuse, non pigmentée ; grosses tiges et ample feuillage. Beaux et gros tubercules bien rassemblés, ovales, aplatis, réguliers, lisses, à yeux peu profonds ou superficiels. Peau jaune ; chair jaune. Mi-hâtive à mi-tardive ; très productive. Grande culture et culture alimentaire.

Jaune d'Or de Norvège × *Beurre*, N° 251.

Vigoureuse, saine, fortement pigmentée de violet. Tubercules bien groupés, gros, longs, cylindriques, un peu bosselés, à yeux moyennement profonds. Peau violette ; chair jaune. Très productive: mi-hâtive à mi-tardive. Grande culture et culture alimentaire.

Blanchard × *Beurre*, N° 17.

Vigoureuse, robuste, pigmentée de violet. Tubercules normalement groupés, surmoyens, ovales ou aplatis, lisses, très réguliers, à yeux superficiels ou peu profonds. Peau jaune ; chair jaune. Jolie variété de culture alimentaire, très productive.

Beurre × *Bolivienne* 6, N° 78.

Robuste, très vigoureuse ; grosses tiges légèrement pigmentées ; feuillage ample, sain. Gros tubercules, normalement groupés, longs ou ovales, aplatis, à yeux superficiels soulignés par une forte arcade.

Peau jaune ; chair jaune. Intéressante ; mi-hâtive, très productive. Grande culture et culture alimentaire.

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, N° 167.

Description de la fane omise. Tubercules normalement groupés, surmoyens et gros, ronds ou presque, à yeux moyens. Peau violacée lavée de violet ; chair jaune très foncé. Mi-tardive, très productive.

Beurre × *Jaune de Norvège*, N° 203.

Vigoureuse, non pigmentée ; tiges grosses, feuillage ample. Tubercules normalement groupés, surmoyens et gros, ronds ou presque, à yeux peu profonds. Peau jaune ; chair jaune. Mi-hâtive, très productive. Grande culture et culture alimentaire.

Beurre × *Jaune d'Or de Norvège*, N^os^ 204, 205, 206, 207.

Numéros vigoureux, plus ou moins pigmentés, mais différant très peu du N° 203 dont ils possèdent les qualités culturales.

S. Commersonii, Mutation 1917.

Très vigoureuse, très rustique, absolument indemne de maladie. Tubercules assez bien groupés, surmoyens à énormes, oblongs, aplatis, réguliers, à yeux rares et peu profonds. Peau jaune ; chair blanche. Tardive, extrêmement productive. Son rendement a été élevé à Bron, à Pomeys, et particulièrement à Anse où la récolte par plante a dépassé en moyenne 1 kg. 900. Ses tubercules de bonne qualité sont d'excellente garde.

Comme métis, je ne retiendrai d'une petite plantation à Anse que cinq numéros :

Beurre × *Bolivienne 10 bis, 2-5 et 12-4 ;*
Wonder of the World × *Bolivienne 10 bis, 3-4, 5-4, 7-4.*

Toutes ces plantes sont robustes, productives, et seront suivies plus attentivement l'année prochaine.

A Pomeys, trois métis, plantés au milieu de ma collection de Pommes de terre, ont fait preuve d'une vigueur et d'une robusticité incomparables, et *S. Commersonii* 1918 s'est montré très remarquable. Je résume mes observations :

Wonder of the World × *Bolivienne 10 bis*, N° 118.

Vigoureuse, non pigmentée, arrivant à fin de végétation fin septembre ; feuillage ample, vert normal. Tubercules bien groupés,

gros ou surmoyens, légèrement bosselés, à yeux moyens ou peu profonds. Peau jaune ; chair blanche. Mi-tardive, productive.

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, N° 119.

Très vigoureuse, non pigmentée ; tiges fortes, dressées ; feuillage vert grisâtre, moyennement ample, sans traces de *Phytophtora*, enroulement ou mosaïque. Encore en pleine végétation le 28 septembre, à l'arrachage. Tubercules nombreux normalement groupés, moyens et surmoyens, ronds, un peu bosselés, à yeux moyens. Peau jaune, chair jaune. Très robuste, tardive, productive, intéressante à suivre pour la grande culture.

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, N° 120.

Extrêmement vigoureuse, tiges dressées, ramifiées, d'un fort diamètre ; feuillage très ample, indemne de toute maladie. Encore en pleine végétation le 28 septembre. Baies très nombreuses. Tubercules assez bien groupés, gros, ronds ou peu aplatis, assez réguliers, à yeux moyens ou peu profonds. Peau rose ; chair jaune. Robuste, très vigoureuse, tardive, très productive ; mérite d'être propagée et essayée en grande culture.

S. Commersonii Mutation 1918.

Vigoureuse, légèrement pigmentée de violet ; feuillage ample, duveteux, vert grisâtre, sain ; fleurs violacées. Tubercules bien rassemblés, très gros, oblongs, réguliers, à yeux rares, peu profonds ou superficiels. Peau jaune ; chair blanche. Mi-hâtive, très productive. A propager.

J'ai parlé antérieurement des métis qui ont été cultivés à Merle, dans les montagnes du Forez, par M. Cl. Perret. Ce distingué expérimentateur a bien voulu m'adresser deux tableaux où sont consignés l'état sanitaire de ces plantes et leur production. « *Tous ces métis*, me soulignait-il le 1er novembre, *étaient placés dans de mauvaises conditions végétatives ; au « Jardin » sans fumure ; dans la « terre du champ », entre les plants de « Violette du Forez » atteints de mosaïque ; dans la « terre Tardivier », entre les plantes de « Fin de siècle » atteints d'enroulement.* »

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, N° 73, absolument indemne d'enroulement » et de « mosaïque », dans les trois champs, a fourni des rendements respectifs de 1.600 g., 950 g. et 1.800 g. par pied Nous pouvons donc le considérer comme une bonne obtention.

Viennent ensuite :

Beurre × *Bolivienne* 10 *bis*, N° 72, avec une récolte de 550 g. et 1.000 g. par pied, et *Jaune d'Or de Norvège* × *Beurre* N° 121, avec une production de 400 g. et 800 g. par plante. Ces deux numéros n'ont été essayés que dans deux champs.

Les métis que j'ai adressés à M. Cl. Perret ont été plantés tard, non seulement entre plantes atteintes de « *mosaïque* » et « *d'enroulement* », mais après celles-ci.

Or, à un voyage que je fis, le 8 juillet, à Merle, en compagnie de MM. Et. Foex, directeur de la Station de Pathologie végétale, à Paris, Guignot, directeur des Services agricoles de la Loire, et de M. le Professeur Quanjer, de Vageningen (Hollande), mes plantes émergeaient au-dessus des autres, et se distinguaient du premier coup d'œil par la puissance de leur végétation.

La « *leptonecrose* » et la « *mosaïque* » semblent bien résulter, quelle que soit leur contagion, de la dégénération à laquelle la Pomme de terre est soumise, sous l'effet d'influences complexes, pratiquement inéluctables avec nos procédés de propagation et de culture. Ces maladies ont paru contagieuses, mais ne se propageraient pas par graine. La multiplication par semis est donc une voie sûre pour créer le plant qui, outre d'autres grands avantages, nous assurera, bien mieux qu'une sélection difficile, l'immunité initiale recherchée. Il n'est pas indispensable, en somme, d'obtenir des plantes réfractaires à l'infection, mais des semences non contaminées. Celles-ci seront ensuite préservées par la culture rationnelle que conseillent des savants autorisés.

Les insectes visitent peu les fleurs de la Pomme de terre qui, en culture ordinaire, fructifie rarement. Ses fruits, dans ce cas, résultent très généralement d'autofécondations. Les graines d'une variété donnée reproduisent cette variété, sauf de légères variations qui n'intéressent guère ses caractères morphologiques.

Le croisement, au contraire, détermine de nombreuses variations, d'après des règles assez précises.

1° *Le métis est d'autant plus vigoureux, règle générale, que les deux géniteurs diffèrent davantage par leurs caractères morphologiques et leur nature. Exemples (Beurre* × *Boliviennne 10 bis), (Jaune d'or de Norvège* × *Bolivienne 10 bis), (Wonder of the Word* × *Bolivienne*

10 bis), *Wonder of the Word* × *Beurre*), (*Beurre* *Maréchal Vaillant*), etc.

2° *Le métis emprunte ses caractères aux deux géniteurs, mais l'influence du géniteur mâle est prépondérante.* Les divers croisements par variétés boliviennes très caractérisées en offrent des exemples frappants.

3° *Une même plante de semis produit des tubercules sensiblement identiques, de même forme, de même couleur de chair et de peau.* Les rares exceptions se rapportent surtout aux variétés panachées, dont la pigmentation plus accentuée sur quelques tubercules peut disparaître sur d'autres. La sélection peut dans une certaine mesure fixer ces caractères, aussi bien que ceux se rapportant à la forme, et créer ainsi des sous-variétés. Après la première année, les variations de quelque amplitude sont rares. Cependant, en 1920, j'en ai observé un exemple original sous *Beurre* × *Maréchal Vaillant N° 26*, à Bron. Quinze tubercules d'un beau rouge uniforme avaient été plantés. Les quinze plantes ont donné à la récolte des tubercules moyens ou sous-moyens, oblongs, à yeux profonds, à chair jaunâtre. Mais, sous chaque pied, une moitié des tubercules étaient complètement jaunes, une autre moitié étaient complétement rouges, comme ceux du plant.

4° *Les graines d'une baie peuvent donner des métis très différents, que l'on considère leurs organes aériens ou souterrains, leur productivité ou leur précocité.* Les exemples, dans ce cas, sont la généralité et j'en prends un, au hasard :

En 1919, une baie de *Beurre* × *Maréchal Vaillant* renfermait 115 graines qui, après deux repiquages, ont donné 36 plantules : 18 pigmentées, 18 non pigmentées ; celles pigmentées étaient plus nombreuses au premier repiquage. Leurs caractères généraux, leur vigueur, la gaufrure et la nuance de leur feuillage, la couleur de leurs fleurs, et surtout leur productivité et leurs tubercules, plus faciles à observer, se sont montrés très différents. Selon les plantes, les tubercules étaient ronds, ovales, mi-longs et même longs ; leur peau jaune, rose, rouge, violette ; leur chair jaune chez la plupart des pieds était jaunâtre chez quelques autres, blanche chez un.

5° *La résistance d'un métis peut être très supérieure à celle du géniteur le plus résistant.* J'en ai cité d'assez nombreux exemples. Ce

principe s'applique aux autres caractères de la plante : vigueur, rusticité, productivité, couleur et qualité de la chair, etc. Il est le principe fondamental de la régénérescence et du perfectionnement. Exemple : (*Wonder of the World* × *Beurre*) *N° 222*, beaucoup plus vigoureuse et plus productive que ses géniteurs. Chair jaune plus foncé que celle de «Beurre». Les tubercules de «*Wonder of the World*» sont à chair blanche. Les cas semblables ou analogues sont assez fréquents.

Mes observations sur les jeunes semis de l'année en 1920 confirment mes remarques de 1919, bien que les dégâts des ravageurs ne m'aient pas très souvent permis de suivre jusqu'à la récolte les plantes dont j'avais pris une description. Les exemples sont néanmoins nombreux ; je n'en citerai que quelques-uns, afin de ne pas allonger démesurément cet exposé.

Les N^os^ 220 et 221 (Early rose × *Beurre* × *Maréchal Vaillant)* ont emprunté en grande partie leurs caractères de feuillage et floraux au métis (*Beurre* × *Maréchal Vaillant*). Plantes vigoureuses, robustes. Beaux tubercules de première année ; selon les pieds, oblongs, aplatis, à yeux superficiels ou peu profonds, soulignés par une forte arcade forme « *Early* », à peau jaune et chair jaune ; ovales, peu aplatis, réguliers, à yeux rares, peu profonds, soulignés par une arcade accusée ; à peau rose et chair jaune ; arrondis, aplatis, réguliers, à yeux rares et superficiels ; à peau jaune, à chair jaune. Dans ces quatre cas, le géniteur mâle a transmis la couleur de sa chair.

Les N^os^ 226, 228, 229 (Early rose × *Beurre* × *Bolivienne 10 bis)* nous offrent un autre bon exemple des variations que l'on peut rencontrer dans un même croisement. Les caractères de feuillage de *Bolivienne 10 bis* subsistent en partie de façon encore très apparente chez cette descendance du deuxième degré. Les tubercules de bonne grosseur sont, suivant les plantes, ovales, aplatis, très lisses, à yeux petits, rares, peu apparents (forme « Beurre »), à peau jaune, à chair jaunâtre ; ronds, bosselés, à yeux moyens (forme « *Bolivienne 10 bis* », à peau jaune, à chair jaunâtre ; — oblongs, aplatis, à yeux peu profonds soulignés par une arcade accusée (forme « Early Rose » , à peau rose violacé, à chair jaune foncé ; — longs, bosselés, à yeux assez profonds (*forme mixte*) ; — longs, légèrement bosselés, à yeux peu profonds soulignés par une arcade accusée (*forme mixte*) ; à peau jaune panachée de violet, à chair blanche.

Nous trouverons des variations analogues sous les nombreux croisements de l'année. Enfin *(S. Maglia* × *Enowflack)* × *(Beurre* × *Maréchal Vaillant)* a donné des plantes variées se rapprochant davantage de *S. tuberosum* — comme on pouvait le prévoir que le géniteur femelle, très vigoureuses et très productives.

Afin d'étudier dans quelle mesure les métis de Pomme de terre obéissent aux lois de Mendel, j'ai semé, en 1920, les graines de deux baies autofécondées de *(Beurre* × *Maréchal Vaillant)* N° 20.5. Les 32 plantules que j'ai obtenues ont presque toutes été détruites par les ravageurs, ce qui m'obligera à reprendre cette étude. Elle n'a d'ailleurs pas la même importance pratique pour la Pomme de terre dont le mode usuel de propagation est le bouturage que pour beaucoup d'autres plantes cultivées.

Il faut opérer de nombreuses pollinisations pour espérer obtenir de rares baies hybrides. Aussi ne parlerai-je que de celles m'ayant procuré des succès.

Ci-dessous la description de l'hybride *(S. Maglia* × *S. tuberosum* var. *Enowflack)* obtenu en 1919 :

Le 29 juin : belle plante de 0m,60 de haut palissée, moyennement pigmentée de violet brun, à nombreuses et longues ramifications. Feuilles à 3-4 paires de folioles, amples, acuminées, vert normal, à gaufrure de *S. tuberosum* cultivé, mais hérissées de poils, particulièrement sur les bords du limbe et sur le rachis. Foliolules assez nombreuses. Quelques stolons ressortent du sol sous forme de rameaux feuillés. Une cyme terminale de fleurs et de gros boutons. Calices à longs mucrons, couverts de poils longs et serrés. Corolle blanche, rotacée. Étamines de Pomme de terre cultivée, droites, jaune franc. Style assez gros, longuement exserte, termine par un stigmate en massue. Le 8 août, cette plante atteignait 0m,90. Deux cymes dont les fleurs avaient été fécondées artificiellement par *(Beurre* × *Maréchal Vaillant)* portaient l'une deux, l'autre quatre baies. Deux autres fruits provenaient de fécondation naturelle.

Cet hybride fut arraché presque à fin de végétation, le 9 octobre. Stolons de 0m,02 à 0m,20, souvent ramifiés, de consistance ligneuse, supportant 22 tubercules sous-moyens, à yeux à peine apparents; à peau non lenticellée, jaune : à chair jaunâtre.

Par ses caractères généraux, cette plante est intermédiaire entre ses deux géniteurs.

En 1919, dix pollinisations de *S. Maglia* sauvage par *Bolivienne 10 bis* m'ont procuré 2 baies dont l'une était vide de graines, et dont l'autre en renfermait 5. Aucune n'a levé au printemps.

Sept pollinisations de *S. Commersonii* par *Beurre Maréchal Vaillant*, ont produit trois baies. Une seule renfermait 2 graines qui furent semées le 11 mars 1920, sur couche chaude et sous châssis. Une plantule tout à fait minuscule m'apparut le 3 mai, 53 jours après le semis. Elle fut immédiatement repiquée en pot sous verre et je maintins, sous même abri, le premier pot sans grand espoir d'en rien voir sortir. Aussi, éprouvai-je une véritable surprise lorsque je découvris le 29 mai, 70 jours après le semis, une deuxième plantule, trop faible encore pour être repiquée. Que faut-il en penser? — Les graines de Pomme de terre ne mettent guère plus de 20 jours pour germer. Que faut-il aussi penser de ces plantes dont les caractères, nous le verrons, paraissent être bien plus des caractères de métis de variétés que de véritables hybrides d'espèces? — Un aide maladroit aurait-il renversé, à mon insu, un peu du contenu d'un autre pot dans celui-là? — Mais pourquoi, dans ce cas, deux graines seulement ont-elles germé au bout d'un temps aussi insolite? — Une des grosses limaces grises (*Limax maximus*), que j'ai trouvées dans le coffre, aurait-elle entraîné quelques semences attachées à son corps visqueux? — Ma perplexité est d'autant plus grande que les deux graines hybrides ont été extraites de leur baie sous mes yeux, et que je les ai scellées dans un sac et semées moi-même, sans qu'aucun accident soit survenu.

La différence de départ de ces plantes a eu une répercussion inévitable sur leur développement, la précocité de leurs tubercules et l'époque de leur maturité ; mais la durée de leur végétation a été sensiblement la même et leurs caractères morphologiques, ou autres, sont remarquablement identiques.

Plantes vigoureuses, très saines, pigmentées de violet brun. Feuilles vert normal, à gaufrure de *S. tuberosum* cultivé, à 3-4 paires de folioles acuminées, accompagnées de foliolules. Je n'ai pas observé les caractères floraux, car il n'y a pas eu trace de floraison ; et c'est là encore une des singularités de ces plantes. En effet, tous mes semis sont, sans autres exceptions, extrêmement florifères.

L'une fut arrachée le 4 octobre, presque à fin de végétation ; l'autre, encore verte, le 11 novembre. La première a fourni quatre tubercules, la deuxième 6, sur des stolons de 0m,04 à 0m,16. Tubercules ovales ou allongés, amincis à la base, lisses, à yeux rares et superficiels, peu apparents ; à peau non lenticellée, jaune pâle ; à chair jaunâtre, non amère, dégustée crue.

Je n'ai pas voulu éluder les faits que je viens de rapporter, mais je ne me prononcerai sur la nature réelle des plantes ainsi obtenues qu'après de nouveaux essais suivis de réussite.

J'ai obtenu de *S. Commersonii muté en* 1917 six baies provenant de pollinisations par *Bolivienne 10 bis*. Une moitié seulement des graines extraites ont été semées. Peu ont levé, et je n'ai eu finalement, après repiquage, que 11 plantules à mettre en pleine terre à Bron. Celles qui ont subsisté se sont montrées très robustes, vigoureuses, productives, indemnes de maladie.

Neuf pollinisations de *S. Caldasii* par *Beurre Maréchal Vaillant)* choisi pour l'abondance de son pollen, ont provoqué le développement de deux baies dont une seule renfermait une graine. Cette unique semence n'a pas levé ; mais il serait excessif de tirer des déductions du résultat négatif d'un essai aussi modeste, alors que deux années de suite dans mes semis, deux tiers environ des graines ordinaires utilisées ont été dans le même cas.

S. Caldasii a été très fructifère à Anse, en 1920, et 8 pollinisations par *(Beurre Bolivienne 10 bis)* m'ont donné 5 réussites. Je ne sais ce qu'elles renferment, l'extraction des graines, qui est longue et nécessite une véritable organisation afin d'éviter toute erreur, n'étant pas encore commencée.

La grande fécondité des plantes métisses m'a permis de conduire à fructification un certain nombre de variétés de grande culture notamment stériles. Les échecs sont surtout dus, dans ce cas, à des accidents de culture. En 1920, les opérations et les réussites ont été moins nombreuses qu'en 1919. Néanmoins, 129 pollinisations ont donné 106 baies, qui me fourniront un matériel graines amplement suffisant pour l'année prochaine, car mes précédentes obtentions exigeront beaucoup de temps pour être suivies.

La principale difficulté qui s'opposait au croisement raisonné des variétés de Pommes de terre résidait dans leur stérilité presque constante. Cet obstacle est vaincu, et les principes que j'ai énoncés

montrent que, si le hasard joue un rôle dans l'obtention de *gains* de valeur, il n'est cependant pas la loi dominante ni même prépondérante, comme l'admettent trop de semeurs. L'influence des géniteurs est considérable, obéit à des règles, et l'hybrideur doit en tenir compte pour parvenir à ses fins.

La Pomme de terre est une bonne plante d'expérience, très plastique : l'homme l'amènera, avec de la méthode et du savoir-faire, à un très haut degré de perfection, que son affaiblissement par sa longue reproduction agame, ses nombreux parasites et sa culture généralement routinière paraissait rendre des plus douteux. Ce travail a eu pour but de mettre en lumière une série de faits concrets qui font sortir la question du domaine des hypothèses.

Villeurbanne, le 14 novembre 1920.

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

(suite)

La présence des hydrates de carbone dans les Lichens est connue depuis longtemps ; on a, en particulier, donné le nom de lichénine et d'isolichénine aux matières constitutives de la membrane. Outre ces deux substances, Mlle Mameli (41) a trouvé, dans de nombreux Lichens, du glycogène, de l'amidon et de l'amyloïde insoluble. Le glycogène s'est rencontré, chez les Lichens homéomères, dans la matière gélatineuse qui enveloppe hyphes et gonidies. L'amidon n'est pas rare chez les Lichens hétéromères : chez *Xanthoria parietina*, par exemple, on peut en voir en assez grande quantité dans la couche gonidiale, soit à l'intérieur, soit au voisinage immédiat des gonidies. L'amyloïde insoluble existe dans l'hyménium de très nombreuses espèces. La production des deux premières substances est en rapport direct avec le processus photosynthétique.

B, Rapidité de croissance des Lichens. — Les Lichens ont une réputation d'extrême lenteur : cette réputation n'est pas toujours juste. Hansteen (42) a suivi la régénération du thalle chez *Cetraria*

(41) Mameli E. Mlle., Ricerche fisiologiche sui Licheni. I. Idrati die carbonio. Nota preliminare. (*Atti d. Istit. bot. d. R. Univ. di Pavia*, n. s., t. 17, p. 147-157, 1919).

(42) Hansteen B., Om formering ved thallusstykker hos islandsk lav *Cetraria islandica*. (*Nyt Magaz. f. Naturvid.*, t. 49, p. 381-184, 1 fig., 1911 .

islandica. Des fragments de thalle ont émis des rameaux de 1 cm. de long, depuis la fonte des neiges jusqu'au 30 juin : dès cette époque, les nouveaux rameaux avaient produit à leur pourtour des rhizoïdes les fixant au substratum ; au 17 août, la plupart avaient 2 à 2^{cm}, 5 de longueur et étaient munis de rameaux latéraux.

Fink (43) donne les résultats de huit années d'observations sur de nombreux Lichens de tous les types ; je me contenterai de quelques exemples. *Graphis scripta* s'est accru de 0,2 à 0, 75 cm. par an, *Verrucaria muralis*, de 0^{cm}, 6 ; *Physcia pulverulenta*, de 0, 42 cm. ; *P. Borreri*, de 1^{cm}, 3. *Cladonia subsquamosa* a régénéré ses podétions en 4 ans ; réduit à l'état de fragments, le thalle a été régénéré en 4 ans et les podétions étaient reconstitués au bout de 8 ans ; *Cl. pityrea* n'a mis pour cela que 1 an et 3 ans. *Placodium aurellum* a développé son thalle et ses apothécies en 4 ans : *Verrucaria nigrescens*, en 6 ans.

Nienburg (44) n'a point fait d'observations de longue durée, mais il a profité de circonstances spéciales. Des Sapins se sont rencontrés couverts d'une abondante végétation de *Parmelia physodes* et de *P. furfuracea* et cela jusque sur les rameaux les plus jeunes : l'âge des Lichens était indiqué par l'âge des rameaux. Sur les branches inférieures ombragées, le thalle de *P. physodes* atteint 0, 33 mm. de long et 0, 25 mm. de large en un an : dans la seconde année, la longueur a peu varié, mais la largeur atteint 0, 7 mm. ; au bout de 3 ans les mesures atteignent 0, 9 et 125 mm. ; au bout de 4 ans, 2^{mm}, 1 et 225 mm. ; au bout de 6 ans, 4 mm. Sur les branches du sommet ensoleillé, le développement est notablement plus rapide : dès la première année, le thalle peut atteindre 1^{mm}, 25 à 2 mm. ; au bout de 4 ans, il atteint 11^{mm}, 5 9^{mm}, 5 ; au bout de 6 ans, 20 14 mm. Le développement de *P. furfuracea* est un peu plus rapide, mais la même différence s'observe entre la station ombragée et la station ensoleillée. Des échantillons de *P. physodes* pris sur un Mélèze ensoleillé ont montré une croissance beaucoup plus lente que sur le Sapin : il faut donc en conclure que le substratum peut également influencer la croissance du Lichen.

(43) Fink B., The rate of growth and ecesis in Lichens. (*Mycologia*, t. 9, p. 138-158, 1917).

(44) Nienburg W., Studien zur Biologie der Flechten. II : Die Wachstumsgeschwindigkeit von Flechtenkeimlingen. (*Zeitschr. f. Bot.*, t. 11, p. 20-34, 1919).

C) Etudes de groupes biologiques particuliers. — a) *Lichens saxicoles*. — Bachmann a été l'un des premiers à s'attaquer à l'étude intime des Lichens crustacés saxicoles. Son premier mémoire, qui date de 1892 (45) fut une contribution importante à la connaissance des Lichens calcicoles ; il fut suivi de quelques notes sur les Lichens silicicoles. Après avoir montré, en 1904 (46) que les Lichens calcicoles n'étaient pas les seuls à présenter les cellules sphéroïdes à huile, telles que Funfstuck les avait décrites, et que les Lichens végétant sur un granit à orthose sans chaux, donc complètement silicicoles, pouvaient en présenter également, il décrit la même année (47) les relations de Lichens saxicoles avec le granit et constate, contre toute attente, que les hyphes rhizoïdes pénètrent dans le mica, affectant des formes et des groupements très variés : la pénétration est due à un processus chimique, elle est surtout prononcée suivant les plans de clivage ; l'orthose et le quartz restent impénétrables. En 1911 (48), il étudie un Lichen stérile, produisant seulement des spermogonies qui rappellent celles du type *Placodium*, telles que les a décrites Gluck : ce Lichen végète sur un schiste micacé, dont les parties essentielles sont la muscovite et le quartz, couvert de petits points sombres qui sont des grenats. Le grenat est relativement vite réduit par le Lichen à l'état de masse finement granuleuse, d'aspect argileux : du bord du grenat les éléments du Lichen pénètrent jusqu'au fond de la cavité où il repose et, arrivés là, attaquent avidement le mica. Quant au quartz, il reste complètement intact : cette observation est à opposer aux données de Friedericb et de Stahlecker qui ont indiqué une corrosion du quartz par des Lichens saxicoles. Par quel mécanisme le Lichen attaque-t-il le grenat et le mica? Bachmann pense qu'il suffit de faire intervenir une production abondante d'oxygène et de gaz carbonique ; il n'est pas nécessaire, comme Stahlecker l'a fait, de recourir au fluor. En 1917 (49) il étudie un échantillon de *Lecidea crustulata* végétant sur du cristal de roche.

(45) Bachmann E. Der Thallus der Kalkflechten, 4°, 26, p.; 1 pl. ; Plauen, 1892.

(46) *Id.* Zur Frage des Vorkommens von olführenden Sphäroidzellen bei Flechten. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t. 22, p. 44-46, 1904).

(47) *Id.* Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Substrat. (*Ibid.* p. 101-104, 1 pl. 1904).

(48) *Id.* Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage. II. Granat und Quartz. (*Ibid*, t. 29, p. 261-273).

(49) *Id.* Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage. III. Bergkristall und Flint. (*Ibid.*, t. 35, p. 464-476, 8 fig. 1917).

et quelques autres Lichens, tels que *Parmelia subaurifera*, *Placodium saxicolum*, sur flint. Il ne trouve aucune trace de corrosion ni du cristal de roche, ni du flint ; l'adhésion du *Parmelia* est réalisée par des rhizoïdes particuliers, munis de sortes de ventouses à cellules gélatineuses, constituant de véritables chambres humides naturelles ; chez *Placodium*, le bord du thalle est fixé par un bourrelet marginal d'hyphes à membrane épaisse et sombre : quand on arrache le thalle, la roche reste sillonnée de traînées noires.

Le principal objet des recherches de Bachmann est resté l'étude des Lichens calcicoles : relations des deux éléments du Lichen avec la roche, distribution de ces éléments dans le substratum, variations anatomiques des hyphes et des gonidies. Dans son important mémoire de 1892, il a surtout étudié des Lichens à gonidies *Palmella*. Des coupes faites suivant la méthode minéralogique, traitées ensuite par un acide, lui ont livré des détails anatomiques intéressants, et lui ont, en particulier, montré la distribution différente des hyphes et des gonidies suivant les espèces. Il distingue ainsi des espèces épilithiques (oberirdisch) et des espèces endolithiques (unterirdisch), les premières ne pénétrant dans la roche que par les hyphes rhizoïdes. Le travail actif de pénétration est dû aux seules hyphes rhizoïdes, qui dissolvent le calcaire, et chez les espèces du second groupe, fraient un chemin aux gonidies qui y pénètrent à leur tour, entraînées par les hyphes. Dans ce groupe, la zone gonidiale apparaît toujours, en coupe, comme une mince ligne verte, à limites tranchées, plus ou moins profonde, mais toujours parallèle à la surface. Les recherches plus récentes effectuées sur des Lichens calcicoles à gonidies *Chroolepus* et quelques Lichens à gonidies Cyanophycées lui ont fourni des résultats nouveaux et parfois assez éloignés des données précédentes. Il constate d'abord (50) que les gonidies *Chroolepus*, à l'inverse des gonidies *Palmella*, ont la faculté de dissoudre elles-mêmes le calcaire : les figures montrent des filaments de gonidies en place, dans les galeries qu'elles ont creusées et qu'elles ont assez largement ouvertes pour que le Champignon puisse aussi s'y installer ; tandis, en effet, que l'extrémité du filament est encore libre de tout contact avec le Champignon, on voit déjà, à une petite

(50) Der Thallus der Kalkflechten. II. Flechten mit Chroolepusgonidien (Vorl. Mitt). *(Ibid.*, t. 31, p. 3-12, 1 pl., 1913).

distance du bout, les hyphes s'étendre sur les cellules du *Chroolepus* et les envelopper d'une sorte de cocon. La propriété perforante du *Chroolepus* a pour résultat morphologique d'étendre la distribution des gonidies dans toutes les directions : le thalle prend ainsi un aspect homéomère : cette zone gonidiale diffuse fait contraste avec la même zone bien limitée des Lichens calcicoles à gonidies *Palmella*. Elle a pour résultat physiologique, en multipliant les galeries, de réduire le calcaire à une sorte d'éponge qui absorbe de grandes quantités d'eau et conserve longtemps l'humidité nécessaire à la vie active du Lichen. — Les Algues libres ont-elles le pouvoir de dissoudre le calcaire ? Bachmann (51) a étudié, à ce point de vue, de nombreuses Algues subaériennes appartenant aux genres *Trentepohlia*, *Glaeocapsa*, *Scytonema*, *Aphanothece*, etc. ; dans beaucoup de cas il a constaté une pénétration par dissolution du calcaire ; le volume des cavités creusées par elles est plus grand que celui des Algues : celles-ci sécrètent donc un surcroît d'acide ; les calcaires à Algues sont encore plus poreux que les calcaires à Lichens : les Algues sont donc de meilleurs agents de corrosion que les Lichens. — Comme contre-partie à ces dernières recherches, il étudie (52) un Champignon, *Pharcidia Lichenum* (Arn.) vivant d'ordinaire en parasite sur divers Lichens, mais pouvant vivre également à l'état libre : les propriétés dissolvantes de ce Champignon vis-à-vis du calcaire sont très faibles. Bachmann est ainsi amené à penser que, chez les Lichens, les hyphes tirent principalement de leurs gonidies les acides dissolvants. — Il se demande (53), toujours dans le même ordre d'idées, comment se comportent, vis-à-vis du calcaire, les Lichens lignicoles ou corticoles. On sait que les hyphes de ces Lichens ne peuvent, très généralement, dissoudre ni le liège, ni la cellulose : ont-elles plus d'action sur le calcaire ? Deux cas différents se sont présentés. *Catillaria micrococca* (Körb.), par exemple, reste complétement en dehors de la roche ; *Caloplaca pyracea* (Ach.), au contraire, émet des rhizoïdes qui pénètrent assez profondément le calcaire, mais le reste du thalle demeure au dehors. L'auteur distingue donc trois sortes de relations des Lichens calcaires avec

(51) *Id.* Kalklösende Algen. (*Ibid.*, t. 33, p. 45-57, 1 pl., 1915.

(52) *Id.* Ein kalklösender Pilz (*Ibid.*, t. 34, p. 581-591, 1 pl., 1916).

(53) *Id.* Wie verhalten sich Holz-und Rindenflechten beim Ubergang auf Kalk. (*Ibid.*, t. 36. p. 528-539, 12 fig., 1919).

le substratum : 1) pénétration absolument nulle : thalle « exolithique » ; 2) pénétration de rhizoïdes seulement : thalle « épilithique » ; 3) pénétration du thalle entier, hyphes et gonidies : thalle « endolithique ». — Enfin un mémoire plus volumineux (54), conçu sur le même plan que le mémoire de 1892, donne les résultats anatomiques des recherches effectuées sur le thalle des Lichens calcicoles à gonidies *Chroolepus* (7 genres, 2 espèces étudiés), à gonidies *Scytonema* (1 espèce), à gonidies *Xanthocapsa* (2 genres, 2 espèces). Cette fois la méthode minéralogique des lames minces a été abandonnée pour la méthode du microtome, qui a donné de bien meilleurs résultats. Bachmann distingue, dans le thalle, 3 zones plus ou moins nettes : épigonidiale, gonidiale et hypogonidiale. 1) A une exception près, tous les Lichens étudiés ont montré une couche externe, complexe d'hyphes et de gonidies, celles-ci mourantes ou déjà mortes : c'est la zone « épinécrale » d'Elenkine, que la méthode imparfaite des lames minces ne lui avait pas permis de déceler jusque là ; elle atteint d'ordinaire 20 à 40 μ d'épaisseur. 2) La zone à gonidies présente partout le caractère particulier de n'être pas nettement limitée vers l'intérieur, alors que chez les Lichens à gonidies *Palmella* cette zone apparaît comme un ruban vert, parallèle à la surface. Quand il s'agit de *Chroolepus*, en particulier, les filaments gonidiens présentent une orientation perpendiculaire à la surface de la roche : leur croissance apicale, leur grand pouvoir de dissolution du calcaire leur permettent de s'enfoncer en groupes ou isolément, à de grandes profondeurs. Certains de ces éléments isolés, qui sont appelés « gonidies vagabondes », se rencontrent encore jusqu'à 2 et 3 mm. de la surface. Dans quelques cas, p. e. chez *Sagedia byssophila* Krb., la seule espèce qui manque complètement de couche épinécrale, des filaments de *Chroolepus* se dirigent dans le sens opposé, gagnent la surface du thalle et y mènent une vie indépendante : ce sont des « gonidies fuyardes » qui, une fois en liberté modifient leur allure morphologique : les cellules perdent leur forme globuleuse, irrégulière, pour devenir cylindriques, régulières : retour au type *Chroolepus* indépendant qui a fourni les gonidies au Lichen en question. 3) Dans ses précédents mémoires, l'auteur avait

(54) *Id.* Der Thallus der Kalkflechten mit *Chroolepus, Scytonema-und Xanthocapsa-Gonidien*. (*Nova Acta. K. Leop.-Carol. d. Akad.*, t. 105, n. 1, 4°, 80 p. 4 pl. col., 1919).

désigné sous le nom de zone à rhizoïdes tout ce qui se trouve sous la couche à gonidies : les coupes au microtome lui ont montré que cette couche hypogonidiale présentait parfois, au contact de la zone à gonidies, une véritable médulle, constituée par des hyphes en feutrage serré, au-dessous de laquelle s'étendent les hyphes rhizoïdes ; chez *Verrucaria parmigera* même la médulle se dédouble en deux couches distinctes. La couche hypogonidiale possède 4 sortes d'éléments : a) des hyphes ordinaires, minces, à lumen étroit, à longues cellules cylindriques ; b) des « lacets d'hyphes », lacets plats, constitués par quelques hyphes soudées latéralement, partant de la zone à gonidies et pouvant traverser toute la couche hypogonidiale ; c) des « hyphes ou des portions d'hyphes à huile », parfois isolées, parfois irrégulièrement groupées, parfois entassées et constituant des « nids de cellules sphéroïdes » ; d) des « tubercules d'hyphes », amas compacts d'hyphes à parois extraordinairement épaisses (6 à 8 μ pour un lumen de 1 μ), accumulation de cellulose lichénique, jouant peut-être le rôle de réservoir d'eau. Plusieurs de ces formations anatomiques sont nouvelles et l'auteur les avait annoncées dans une note préliminaire (55). Ces formations sont-elles constantes et peuvent-elles servir à caractériser des espèces, en même temps que la fructification ? : en certains cas, oui : l'auteur, en les utilisant, établit un tableau des espèces étudiées. Il passe ensuite à la description détaillée de ces espèces. De nombreuses figures illustrent ce remarquable travail.

Malinowski (56) décrit les relations extérieures des Lichens épilithiques avec le substratum et leurs relations mutuelles. L'absence de sorédies est un fait général déjà noté par Backmann : la dissémination végétative est réalisée par la formation d'aréoles qui peuvent se détacher et être transportées à distance. Ces aréoles naissent suivant deux types distincts : 1° chez les Lichens de type *Lecidea*, sur un « prothalle » souvent noirâtre, étalé sur la roche, apparaissent, de distance en distance, de petites verrues thallines, alignées en cordons : en se développant elles se rapprochent, se serrent les unes contre les autres : l'ensemble du thalle est ainsi formé de compartí-

55) Id. Neue Flechtengebilde. (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, t. 36, p. 150-156, 1 pl., 1918).

(56) Malinowski. Sur la biologie et l'écologie des Lichens épilithiques. (*Bull. Acad. Sc. Cracovie*, sér. B., p. 349-390, fig., 1911).

monts, séparés par des dépressions étroites qui ne sont pas des déchirures : 2° chez les Lichens du type *Placodium*, le développement ne débute pas par cette formation « perlée » : il n'y a pas de prothalle ; le jeune thalle croît, à partir d'un point, en ramifications dichotomiques dont le rapprochement donne également l'apparence d'aréoles. Dans les deux cas, la formation d'aréoles est une adaptation aux variations brusques de température : le thalle évite ainsi les déchirures qu'entraîneraient les craquelures du substratum. La multiplication des éléments du thalle aboutit à une compression latérale des aréoles, qui se décollent, se soulèvent en voûte et sont finalement mises en liberté. Le voisinage d'espèces différentes aboutit à des résultats analogues, ou bien l'espèce la plus vigoureuse envahit la plus faible et la tue.

b *Lichens épiphylles*. — Les Lichens épiphylles, comme on le sait, sont presque exclusivement tropicaux ou subtropicaux et se rencontrent sur les feuilles à grande longévité. Fitting (57), sur un matériel rapporté de Java, a étudié les relations de ces Lichens avec leur substratum. Il distingue trois modes de fixation : 1) pénétration plus ou moins profonde dans les tissus de la feuille, à travers l'épiderme. L'auteur confirme les données de Karsten, Ward, Went : le Lichen, qui est un *Strigula*, à gonidies *Cephaleuros*, s'établit d'abord sur la feuille, perce la cuticule, se glisse entre les cellules de l'épiderme et s'étend dans le parenchyme chlorophyllien : celui-ci en souffre notablement et la feuille se défend de son mieux en développant une couche isolante de liège. C'est à ce type de Lichens épiphylles qu'appartiendrait la plante dont la découverte inattendue a été faite par Chodat (58) sur les feuilles de Buis arborescent, dans les environs de Genève : Chodat en fait le *Strigula Buxi* et assimile ses gonidies au *Phycopeltis epiphytica* Millardet ; 2) fixation sur la feuille par dissolution de la cuticule. Ce type, de beaucoup le plus fréquent, a toujours pour Champignon un Pyrénomycète et pour Algue un *Cephaleuros*, peut-être toujours le *C. mycoidea* ; l'Algue

57) Fitting H., Über die Beziehungen zwischen den epiphyllen Flechten und den von ihnen bewohnten Blättern. (*Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 3° Supp., p. 505-518, 1910).

58) Chodat R. Lichens épiphylles sur les bois de la forêt de Coudrée. (*Bull Soc. bot. Genève*, 2° sér., t. 4, p. 246 et Lichens épiphylles des environs de Genève. (*Verh. Schw. Naturf. Ges. in Altdorf*, 2° Th. p. 209-210, 1912).

peut s'étendre partiellement sous la cuticule, mais elle n'est pas suivie par le Champignon ; l'épiderme en souffre peu et ne réagit que faiblement ; 3° fixation sur l'épiderme sans perforation de la cuticule. Quelques Lichens foliacés et crustacés appartiennent à ce type : leur nocivité directe est évidemment nulle. — L'auteur a constaté après Busse que l'extension géographique des Lichens épiphylles correspond sensiblement à celle des Chroolépidées, mais il ne croit pas qu'une protection contre l'action directe du soleil et des pluies violentes soit nécessaire à l'établissement du Lichen.

c) *Lichens aquatiques*. — Miss Poulton [59] a donné une étude détaillée du Lichen aquatique *Verrucaria margacea* Wahl. Ce Lichen est intéressant : 1° par sa station : il est complètement immergé dans les eaux courantes ; 2° par les détails des organes de reproduction : le col de l'apothécie est muni de poils à son intérieur ; il n'y a pas de paraphyses ; les spores polymorphes à 0, 1, 2, 3 cloisons peuvent germer à tous ces états ; les spores germent à l'intérieur même de l'apothécie et produisent une sorte de réseau mycélien qui, expulsé en bloc, peut flotter et arrêter dans ses mailles la gonidie *Protococcus*.

(59) Poulton E. Miss. The Structure and Life-history of *Verrucaria margacea* Wahl., an aquatic Lichen. (*Ann. of Bot.*, t. 28, p. 241-249, 3 pl., 1914).

(*A suivre.*)

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

I

II

ALLORGE, phot.

LE DELEY, imp.

Bois siliceux des hautes buttes

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Châtaigniers et Bouleaux sur sables stampiens

I

II

ALLORGE, phot. LE DELEY, imp.

Chaméphytes des landes et bruyères

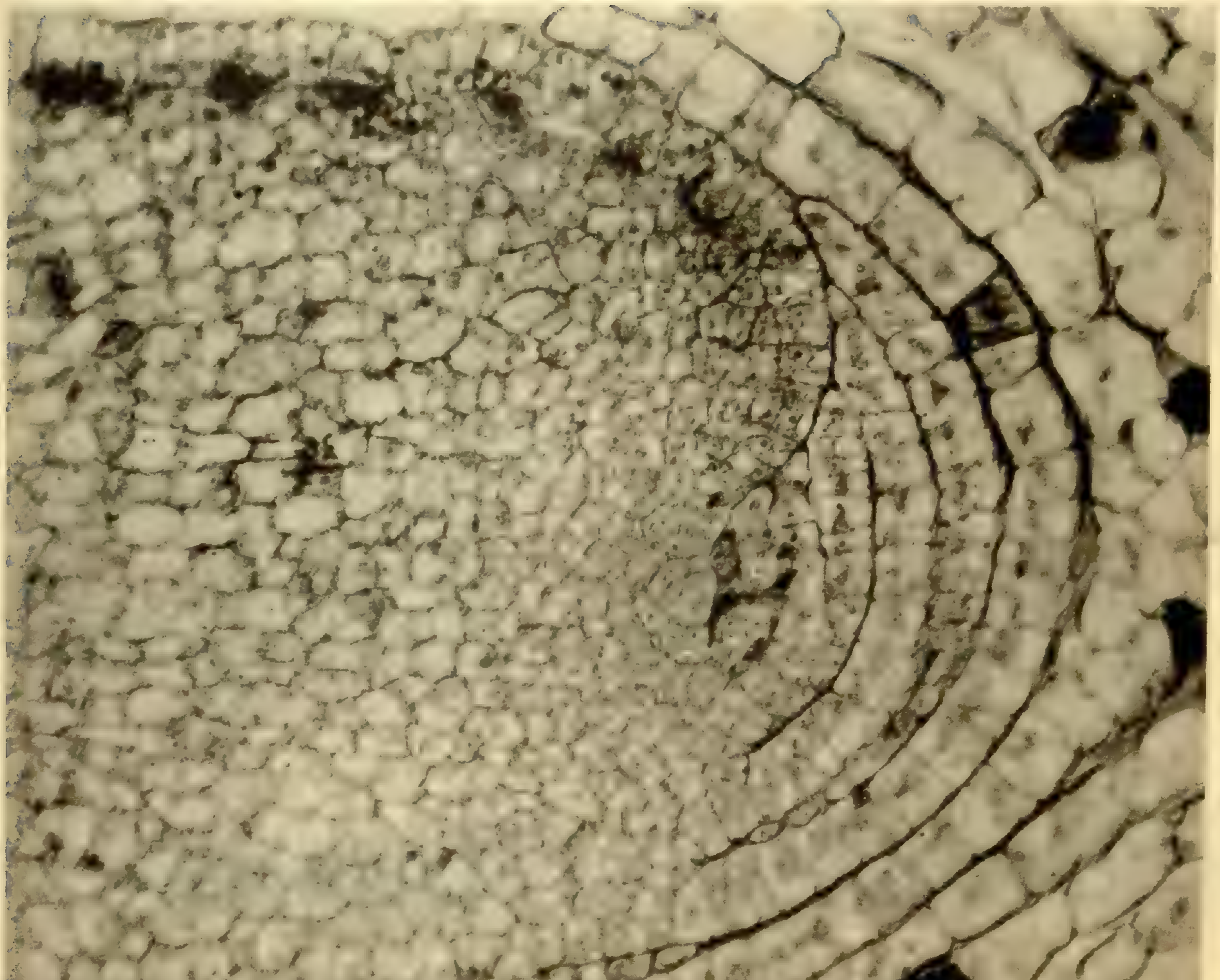
I

II

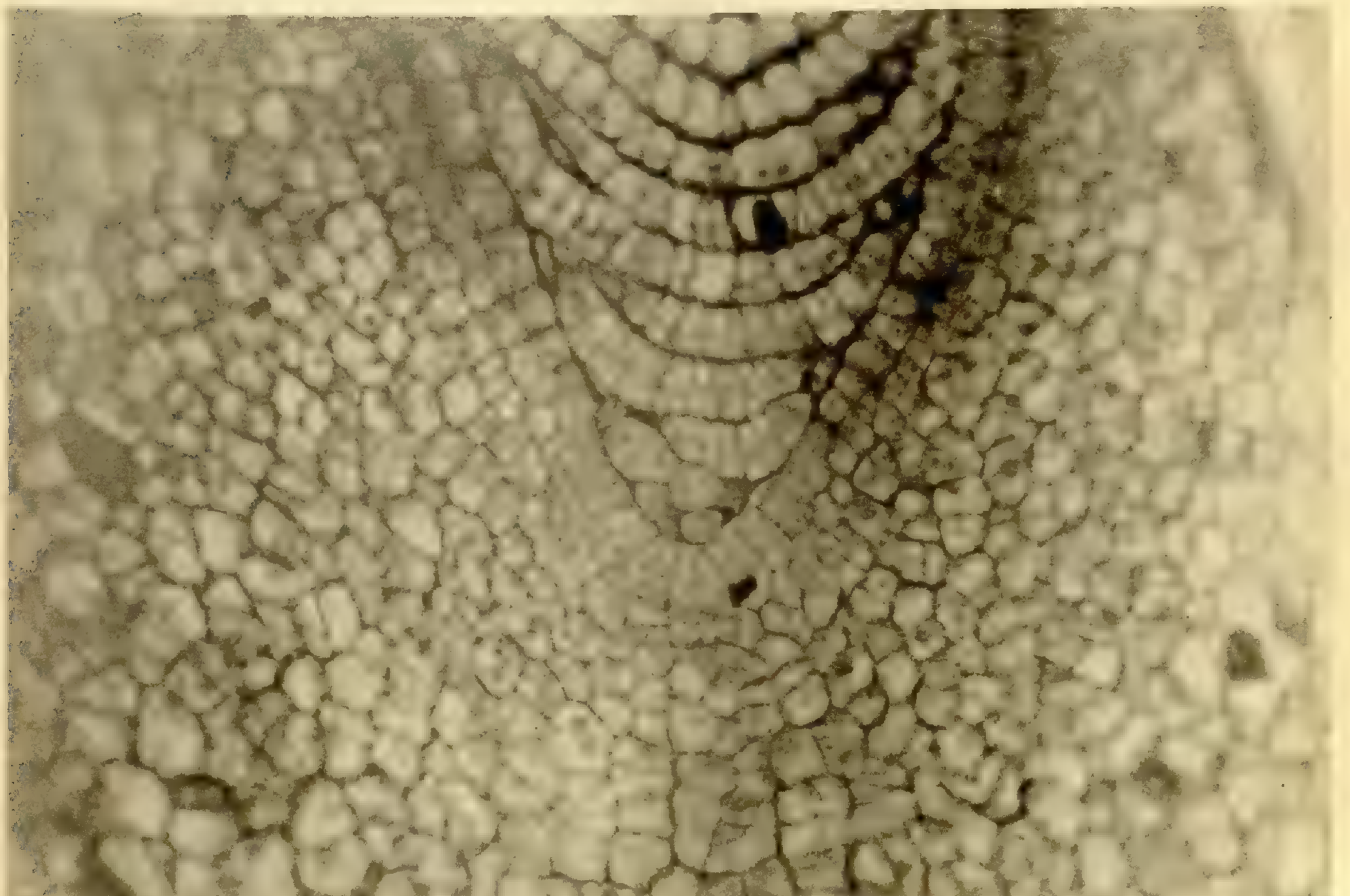
ALLORGE, phot.

LE DELEY, imp.

Mares siliceuses du plateau meulier

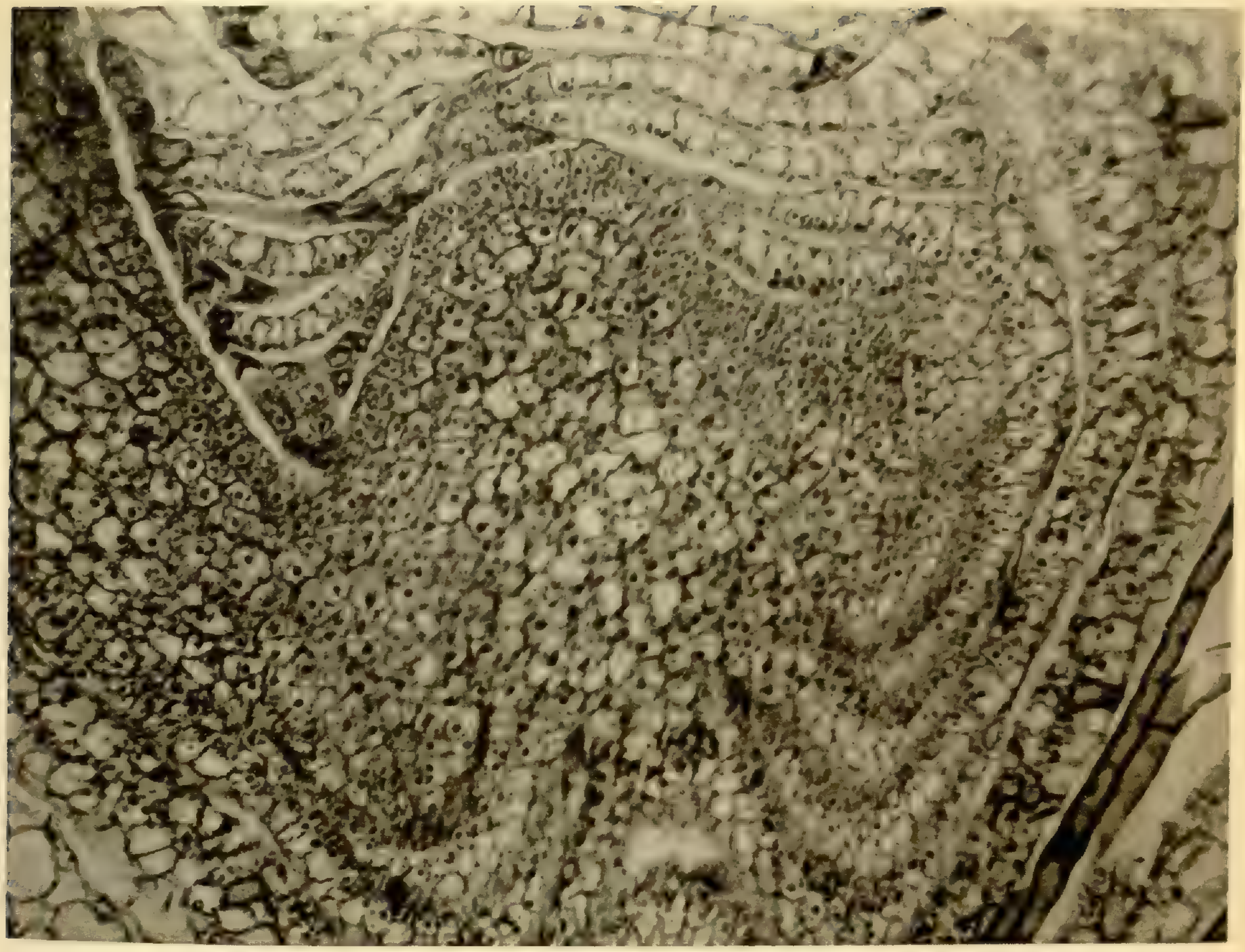


I

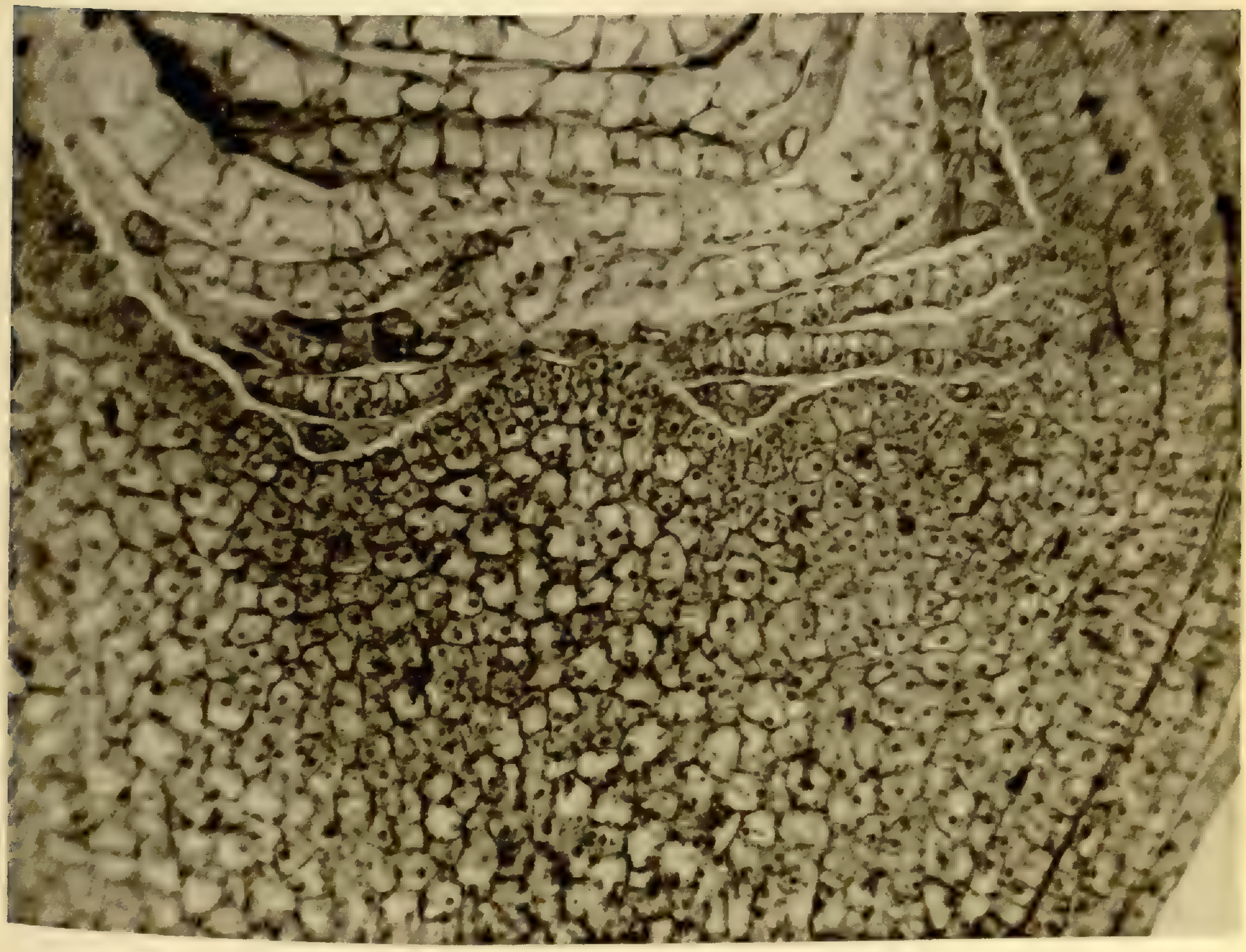


R. Douin, phot. II Le Dilly, imp.

Lunularia



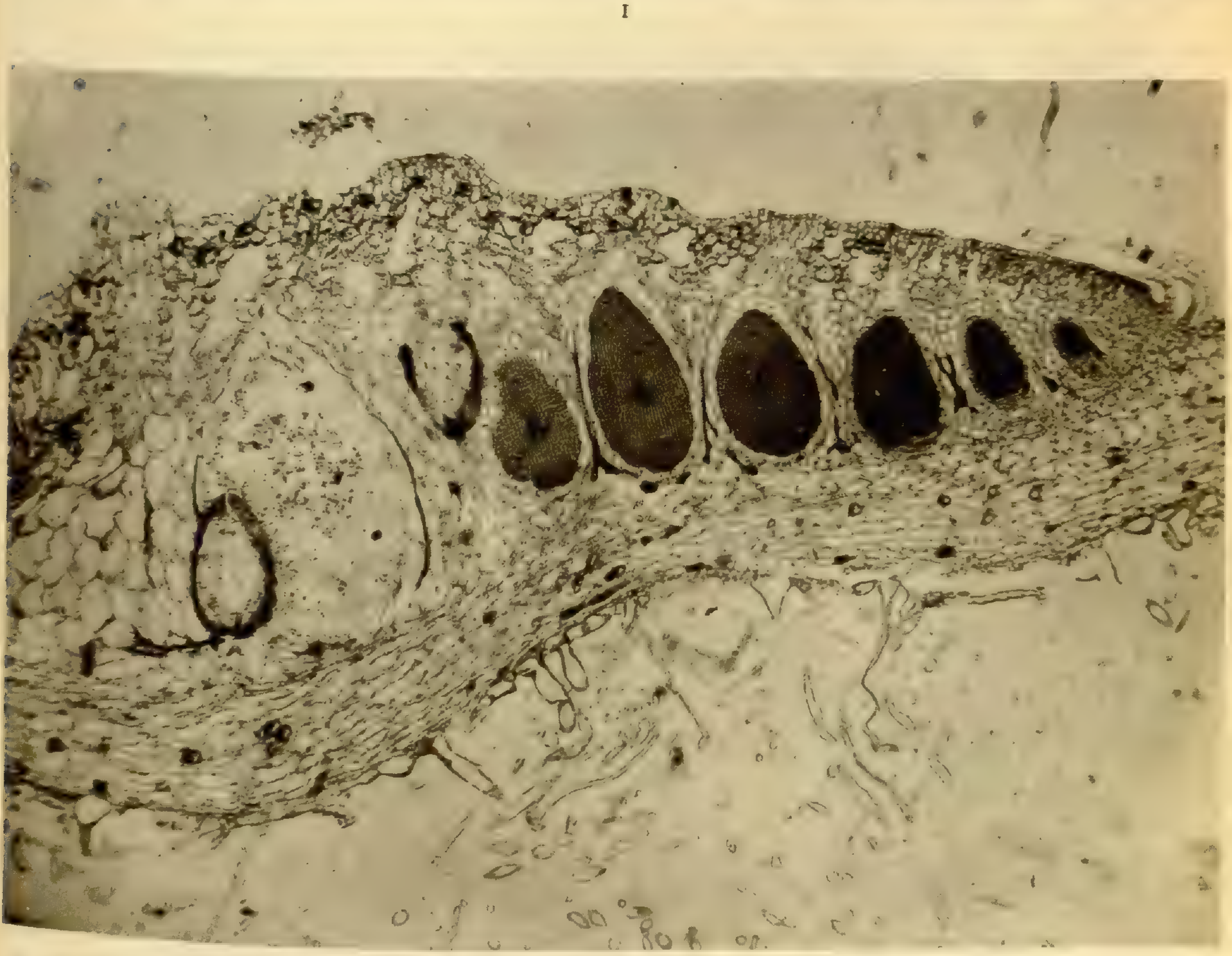
I



R. Douin, phot. II Le Deley, imp.

Marchantia

I

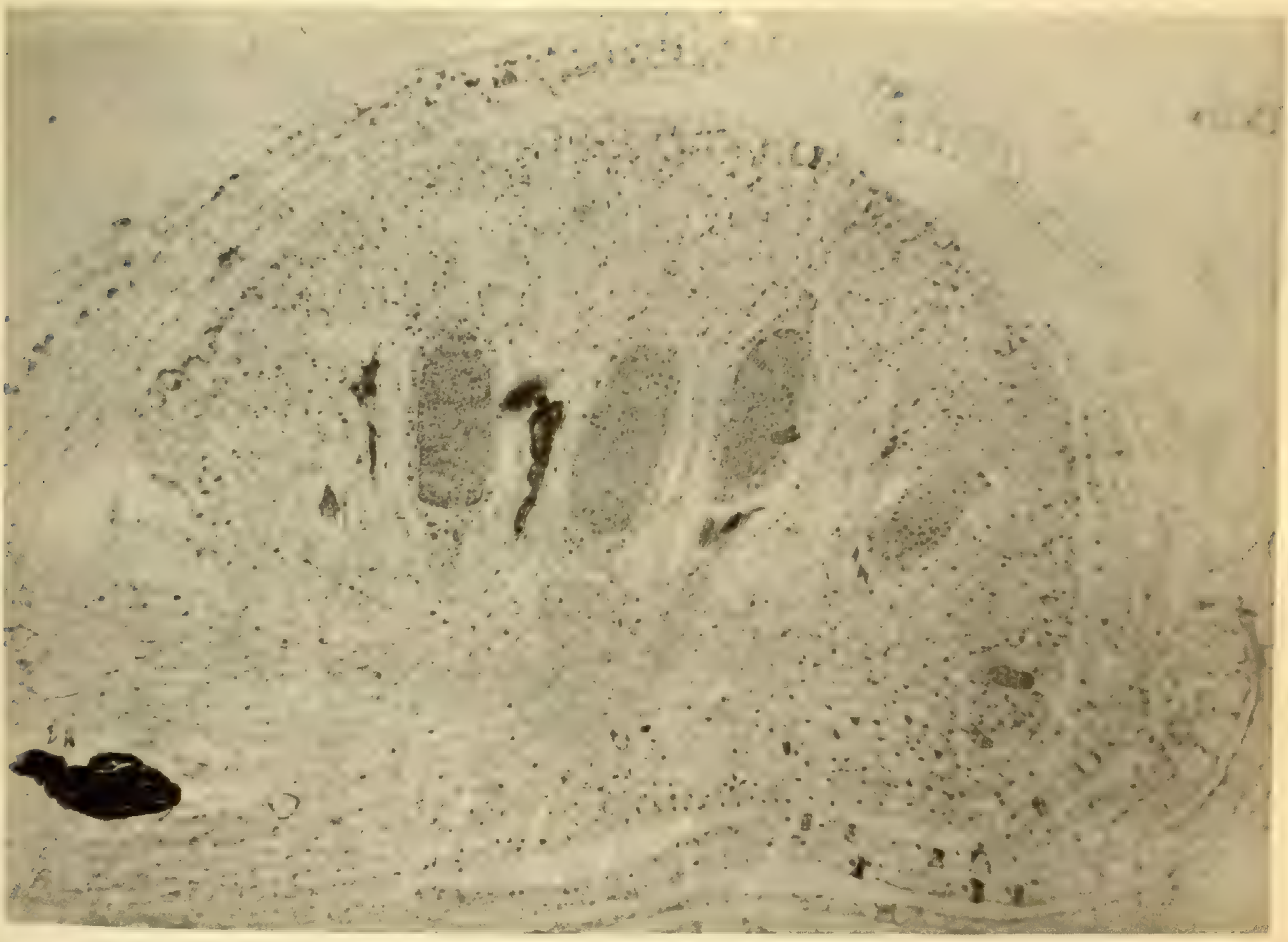


II

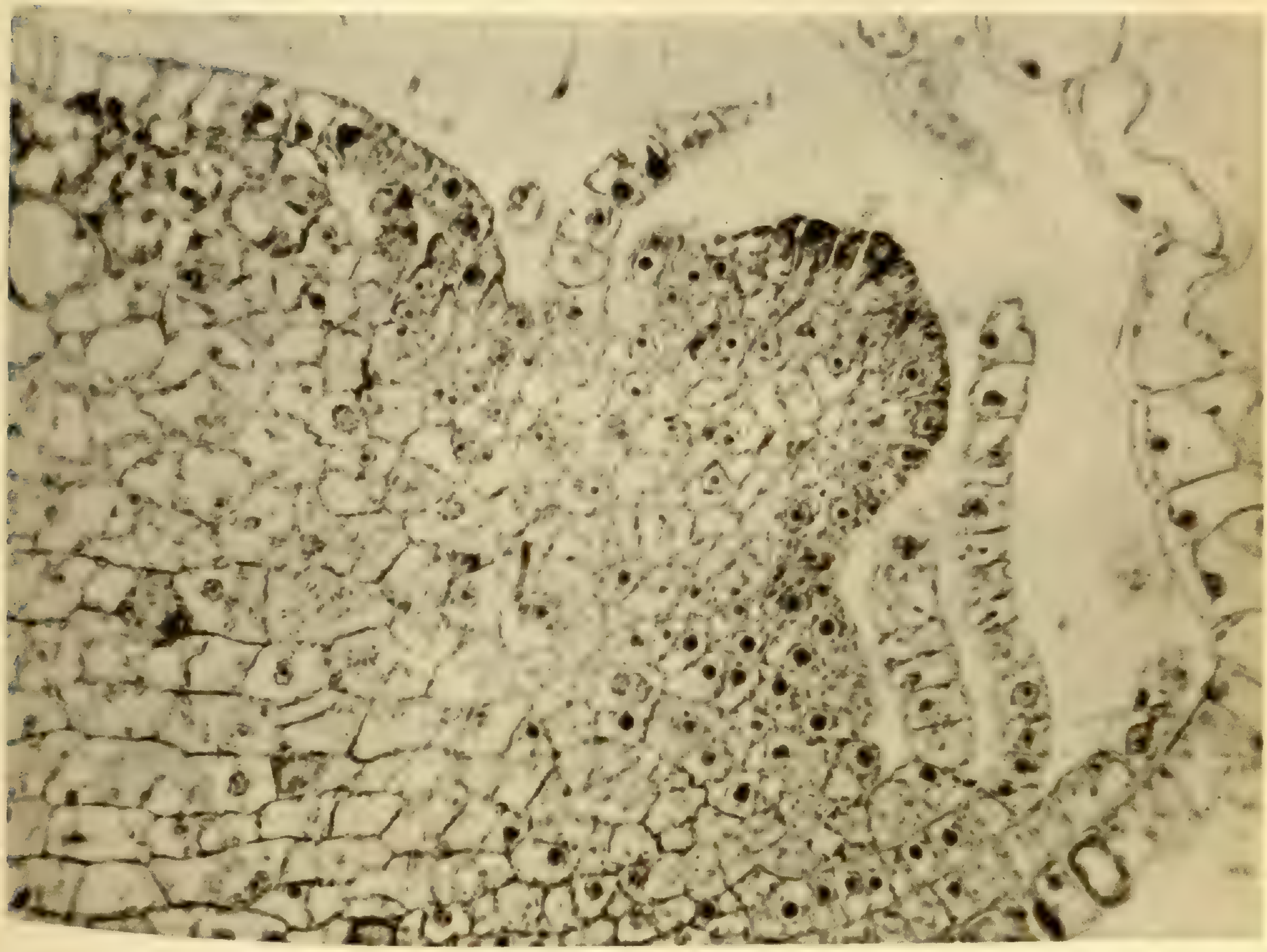
R. Douin, phot

Le Deley, imp.

Plagiochasma



I



R. Doumi, phot

II

Le Delby, imp.

Fegatella, Plagiochasma

LA GALLE DE L'*AULAX MINOR* HARTIG

par M. M. MOLLIARD.

Dans une Note antérieure (1) j'ai signalé les caractères essentiels présentés par la galle que l'*Aulax minor* détermine dans les capsules de *Papaver Rhœas* ; j'y reviens ici pour compléter en particulier l'étude histologique de cette cécidie qui appartient à un type encore peu connu, pour en illustrer la description et pour signaler les observations nouvelles que j'ai pu faire depuis ma Note préliminaire.

J'ai étudié en 1899 (2) la galle que l'*Aulax Papaveris* Perris forme aux dépens du fruit de *Papaver dubium* et montré qu'il s'agit d'un phénomène d'hypertrophie auquel prennent surtout part les placentas ; ces organes se renflent énormément sous l'action du parasite et il se constitue, du fait de l'application des différentes lames placentaires les unes contre les autres, une grosse masse parenchymateuse comprenant un assez grand nombre de loges (Pl. 46, phot. 13-16) ; deux ou plusieurs placentas limitent chacune de ces cavités gallaires. Reijnvaan et Van Leeuwen (3) ont, depuis, vérifié mes conclusions touchant la nature morphologique de la galle de l'*Aulax Papaveris* qui se traduit extérieurement par un renflement et une déformation très apparente du fruit (comparer dans la Pl. 46 le fruit normal phot. 1) et les capsules attaquées (phot. 2-11).

Mais il est un autre *Aulax*, *A. minor* Hart., qui a été signalé sur différentes espèces de *Papaver*, et dont les galles ne sont pas encore

(1) M. Molliard. Nature de la galle que l'*Aulax minor* Hartig détermine sur le *Papaver Rhœas*. (*Bull. Soc. Path. vég. Fr.*, **6**, 1919.)

(2) M. Molliard. Sur la galle de l'*Aulax Papaveris*. (*Rev. gén. Bot.*, **11**, 1899, p. 209).

(3) J. Reijnvaan et W. Docters Van Leeuwen. *Aulax Papaveris* Perris. Its biology and the development and structure of the gall, which it produces. (*Marcellia*, **5**, 1906, p. 137.)

bien connues au point de vue de leur développement : il suffit en effet de consulter les auteurs successifs qui se sont occupés de cette seconde cécidie pour constater de notables divergences dans les opinions. Mayr (1), en 1876, donne de la galle en question, considérée à l'état adulte, une description et un dessin (Pl. III, fig. 20) très exacts ; il s'agit, pour lui, de petites masses ovoïdes, uniloculaires, contenues dans les intervalles placentaires, appliquées ou non contre les cloisons qui restent intactes ; l'auteur ajoute « *es wäre möglich das sich diese Gallen aus dem Samenknospen entwickeln* ».

Plus tard Kieffer (2) considère la cécidie de l'*Aulax minor* d'une manière différente ; il écrit (p. 69) que la capsule n'est pas déformée ou seulement à peine et que les cloisons sont munies de petites galles uniloculaires de la grosseur d'un grain de millet ; le dessin qui accompagne cette description correspond à un renflement local et bilatéral des cloisons placentaires ; on a l'impression qu'il s'agit d'une galle provenant de l'action d'une larve qui s'est développée dans l'épaisseur des placentas ; et cependant Kieffer dit plus loin (p. 303) que les lamelles sont intactes et que « *ce sont les graines qui ont été changées en petites galles ovalaires fixées aux cloisons* ». C'est cette opinion à laquelle Kieffer s'arrête dans son Synopsis des Zoocécidies (3) où il donne (p. 371), comme diagnose de la galle que nous envisageons : « *capsule non déformée extérieurement, les graines sont renflées et changées en galles* ».

Arrivons au catalogue de Houard (4) ; un dessin de la galle d'*Aulax minor* sur *Papaver Rhœas* n° 2478, fig. 714), exécuté d'après nature, nous montre, alternant à peu près régulièrement avec des lames placentaires normales, d'autres cloisons renflées d'une manière égale sur leurs deux faces et présentant chacune une loge larvaire vers leur partie médiane ; nous retrouvons la première interprétation de Kieffer, consistant à admettre implicitement la ponte comme s'étant effectuée dans l'épaisseur du placenta. Il était donc néces-

(1) Mayr. Die europäischen Cynipiden-Gallen mit Ausschluss der auf Eichen vorkommenden Arten. *(15 Jahresber. Comm. Oberrealsch.*, IX Bez., Wien, 1876).

(2) J. J. Kieffer. Les Cynipides in E. André. Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie, (T. VII, 1897-1901.)

(3) J. J. Kieffer. Synopsis des Zoocécidies. (*Ann. Soc. entomolog.* T. LXX, 1901).

(4) C. Houard. Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée, Paris, 1908).

saire de revenir sur la question qui, en dehors du côté purement morphologique, pose, nous allons le voir, d'intéressants problèmes de biologie.

A) Type le plus fréquent.

Nous considérerons tout d'abord la galle adulte du *Papaver Rhœas* telle qu'elle se présente le plus communément et telle que je l'ai observée dans de très nombreuses localités des environs de Paris (Verrières, Presles, Fontainebleau, Etampes...), ainsi qu'en Picardie, en Bretagne, etc.. Il s'agit d'une cécidie très peu apparente, le fruit n'étant que fort peu renflé ou ne l'étant pas du tout Pl. 47 ; elle est excessivement fréquente et il est peu de stations de *P. Rhœas* dans lesquelles on ne puisse l'observer plus ou moins abondamment. Elle consiste en de petites masses ovoïdes situées entre les lames placentaires ; il en existe une ou plusieurs en hauteur, ou au même niveau, dans un même intervalle ; le nombre des intervalles qui en présentent est lui-même très variable d'un fruit à un autre ; les cécidies sont le plus communément indépendantes entre elles et uniloculaires. Lors de l'éclosion on n'observe ordinairement pas de perforation du péricarpe par l'insecte adulte, comme cela a lieu de toute nécessité pour la galle d'*Aulax Papaveris* qui se développe aux dépens des capsules du *Papaver dubium ;* cela tient à ce qu'il suffit à l'insecte de sortir de la petite galle pour se trouver dans la cavité du fruit (Pl. 47, fig. 5 ; il peut alors gagner l'air libre par un des orifices de déhiscence de la capsule ; il n'y a de perforation du péricarpe que dans le cas où l'insecte perce la paroi de la cécidie en se dirigeant précisément contre la capsule.

Dans le fruit de *P. Rhœas* desséché les galles adhèrent très faiblement en certains points aux lames placentaires et elles peuvent s'en détacher avec la même facilité que les graines lorsqu'elles sont moins épaisses que n'est large l'espace séparant les cloisons. Il est malaisé, lorsqu'on considère ainsi la cécidie à l'état adulte, de se prononcer sur son origine exacte, mais on reconnaît du moins que les lames placentaires ne sont absolument pas modifiées.

Développement de la galle.

— L'étude du développement de la cécidie produite par l'*A. minor* permet d'en fixer la nature précise ; j'ai pu la faire à l'aide de coupes

en série pratiquées sur des capsules attaquées, récoltées à divers stades, fixées au réactif de Bouin et incluses dans la paraffine. Les œufs sont déposés dans l'ovaire alors que celui-ci est encore jeune et contenu dans un bouton floral n'ayant atteint qu'environ la moitié de sa taille définitive ; l'ovule ou les ovules sur lesquels se trouve l'œuf subit une rapide hypertrophie et de ce fait les contacts de l'œuf ou de la jeune larve avec les ovules voisins du même placenta ou du placenta voisin se multiplient ; la larve est ainsi bientôt enfermée dans une cavité délimitée par les différents ovules qui sont étroitement appliqués dans toutes les autres régions et

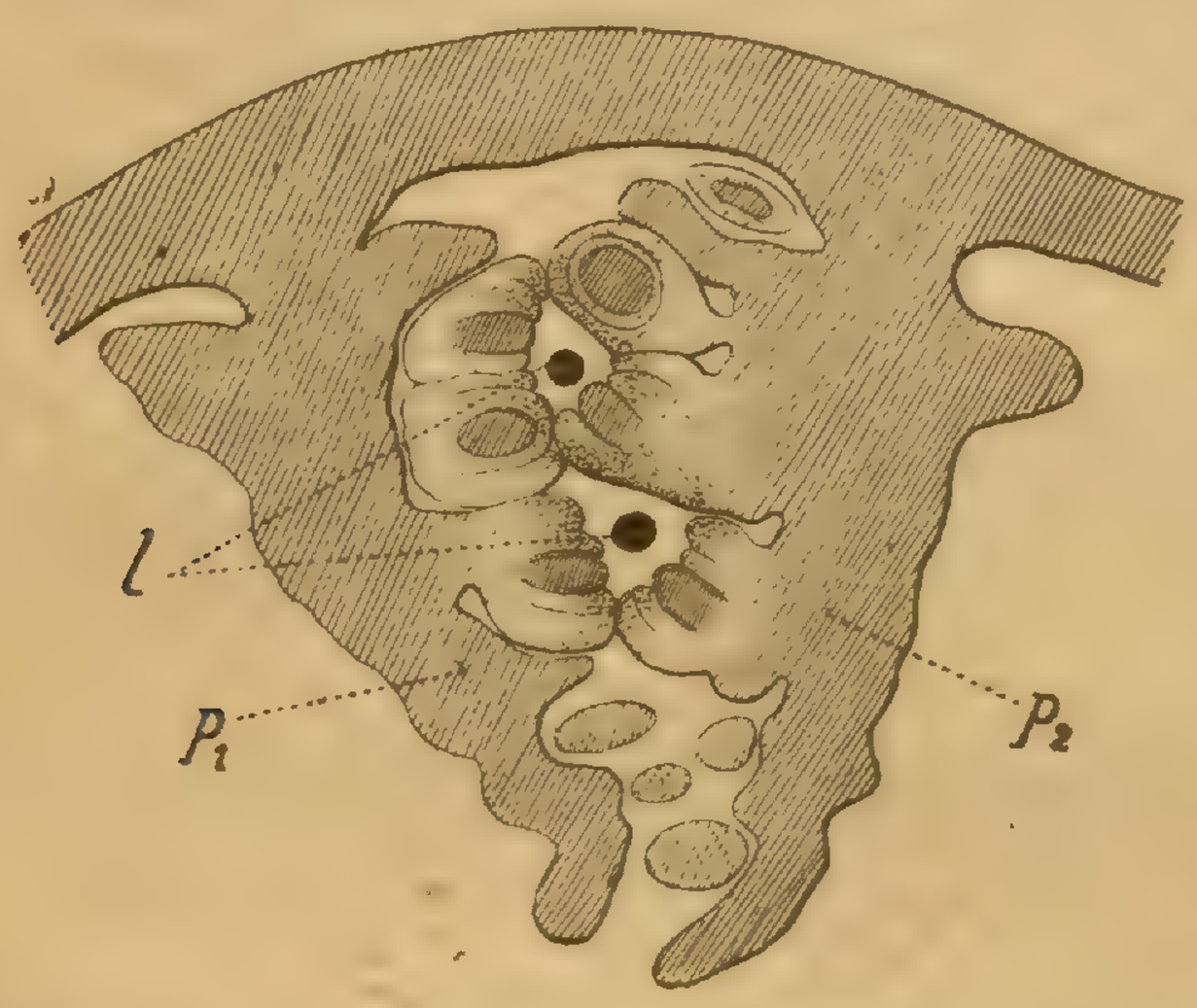


Fig. 1. — Débuts de galles d'*Aulax minor* ; *l*, larves déterminant l'hypertrophie d'ovules appartenant à deux placentas p_1 et p_2 (Gr. = 18).

forment ainsi une masse compacte autour de la loge (fig. 1). Nous allons voir bientôt que ce sont uniquement les cellules constituant les téguments et le funicule qui prennent part aux phénomènes d'hypertrophie et d'hyperplasie.

Il se constitue autour de la larve un tissu nourricier, dont la formation est d'ailleurs absolument indépendante de l'origine variée des cellules primitives, et plus extérieurement un tissu parenchymateux très aqueux ; ces deux zones sont du reste absolument semblables à celles qui se forment dans la galle de l'*A. Papaveris*. Quant au nucelle et au sac embryonnaire de chacun des ovules, ils subissent une dégénérescence ; mais on en peut reconnaître l'emplacement vers la périphérie de la masse gallaire.

La figure 2 représente une coupe d'une jeune galle d'*A. minor* ; on y reconnaît deux nucelles dégénérés N_1 et N_2 ; le reste des ovules correspondants a contribué à la formation d'une cécidie dans laquelle on reconnaît encore la région suivant laquelle les tissus hypertrophiés se sont affrontés pour délimiter la loge contenant la larve *l* ; des ovules *ov* ont évolué normalement, d'autres *ov'* ont dégénéré sans subir d'hypertrophie.

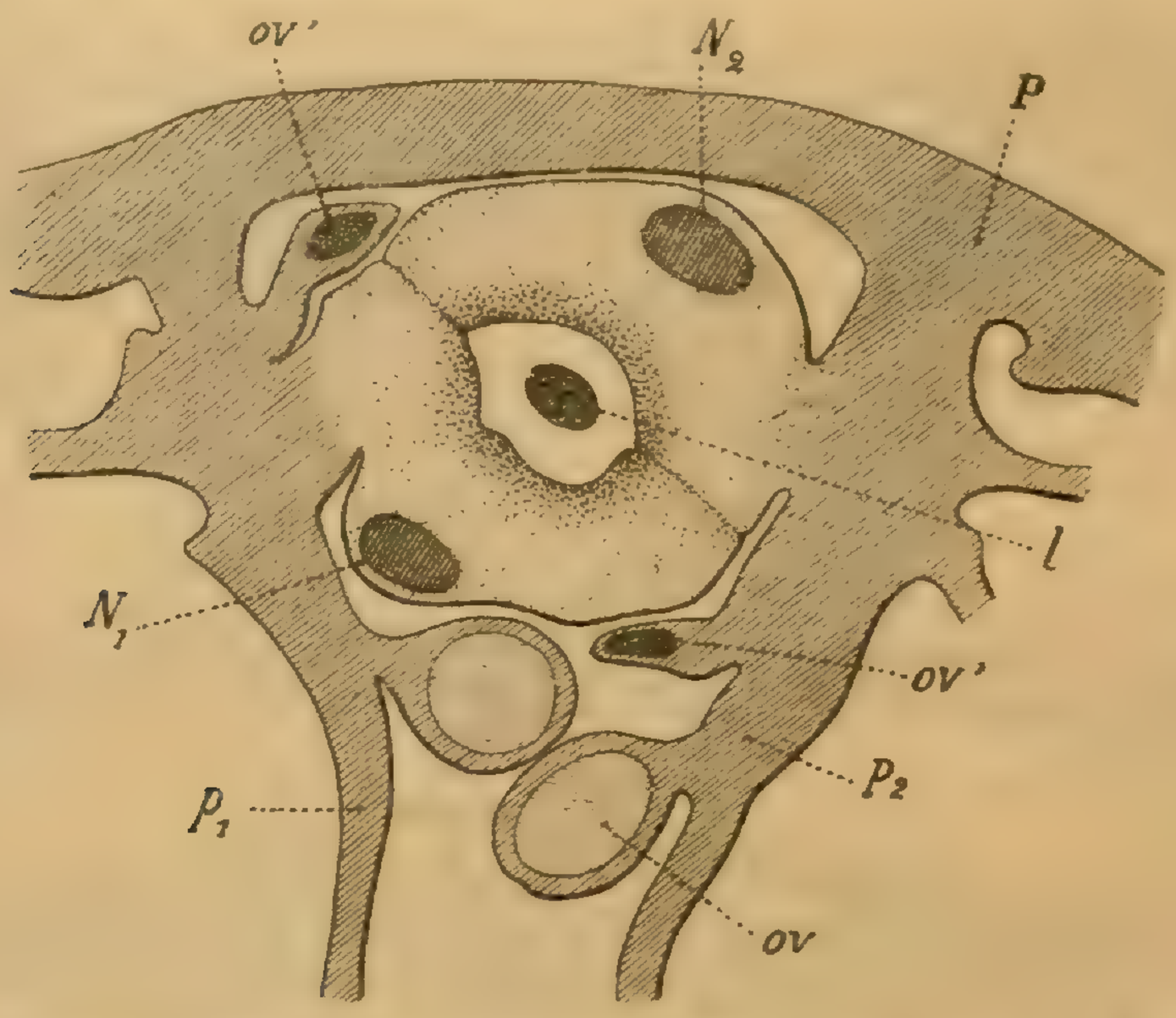


Fig. 2. — Une galle d'*Aulax minor* formée par l'hypertrophie des téguments de deux ovules dont les nucelles dégénérés sont en N_1 et N_2 ; *ov'*, ovules dégénérés ; *ov*, ovules normaux (Gr. = 18 .

Suivons d'un peu plus près le développement d'une de ces galles ; au moment où les œufs de l'insecte sont introduits dans la cavité ovarienne les ovules sont constitués par un nucelle massif n'ayant pas encore différencié de sac embryonnaire et par deux téguments. Le tégument interne est formé par 3 assises de cellules, le tégument externe par 2 assises ; d'abord assez semblables entre elles ces cellules se différencient de bonne heure dans l'ovule sain ; suivons-en l'évolution normale qui nous permettra d'établir une comparaison avec le sort qu'elles subissent dans la cécidie.

A un stade où le sac embryonnaire n'est pas encore formé (fig. 3, A) l'assise externe T_1 du tégument externe est constitué par de grosses cellules aplaties à noyau volumineux ; les cellules de l'assise T_2 sont beaucoup plus petites et ne tardent pas à s'aplatir ; quant au tégu-

ment interne il est d'abord formé de deux assises t_1 et t_2 à éléments aplatis et d'une assise t_3 dont les cellules sont sensiblement isodiamétrales. Le massif nucellaire *Nuc* se distingue aisément des cellules tégumentaires par un contenu protoplasmique beaucoup plus dense.

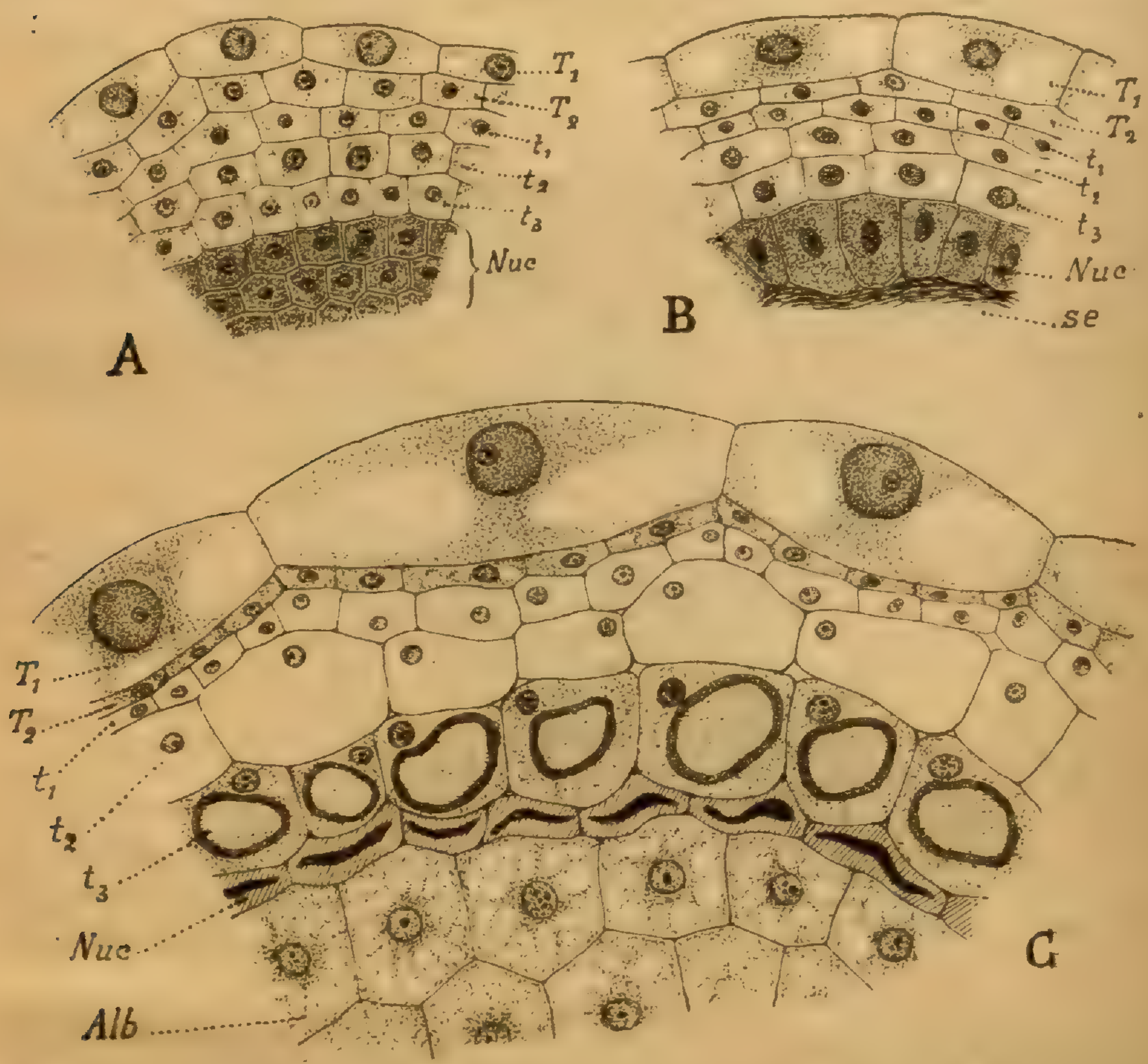


Fig. 3. — 3 stades du développement des téguments d'un ovule normal de *Papaver Rhæas*. T_1, T_2, assises du tégument externe ; t_1, t_2, t_3, assises du tégument interne ; *Nuc*, nucelle ; *se*, sac embryonnaire ; *Alb*, albumen.
Les figures A et B correspondent à un grossissement de 400, la figure C à un grossissement de 240.

Un peu plus tard, quand le sac embryonnaire s'est différencié, les cellules de l'assise T_1 (fig. 3, B) se développent tangentiellement, celles de T_2 s'aplatissent graduellement en se divisant ; il en est de même de l'assise t_1 ; quant aux assises t_2 et t_3 elles restent avec leurs caractères primitifs ; le nucelle n'est plus à ce moment représenté que par son assise la plus externe, bordée intérieurement de débris des autres cellules digérées par le sac embryonnaire.

A un stade plus avancé on a pour les téguments l'aspect représenté par la figure 3, C ; les cellules de l'assise T_1 sont devenues

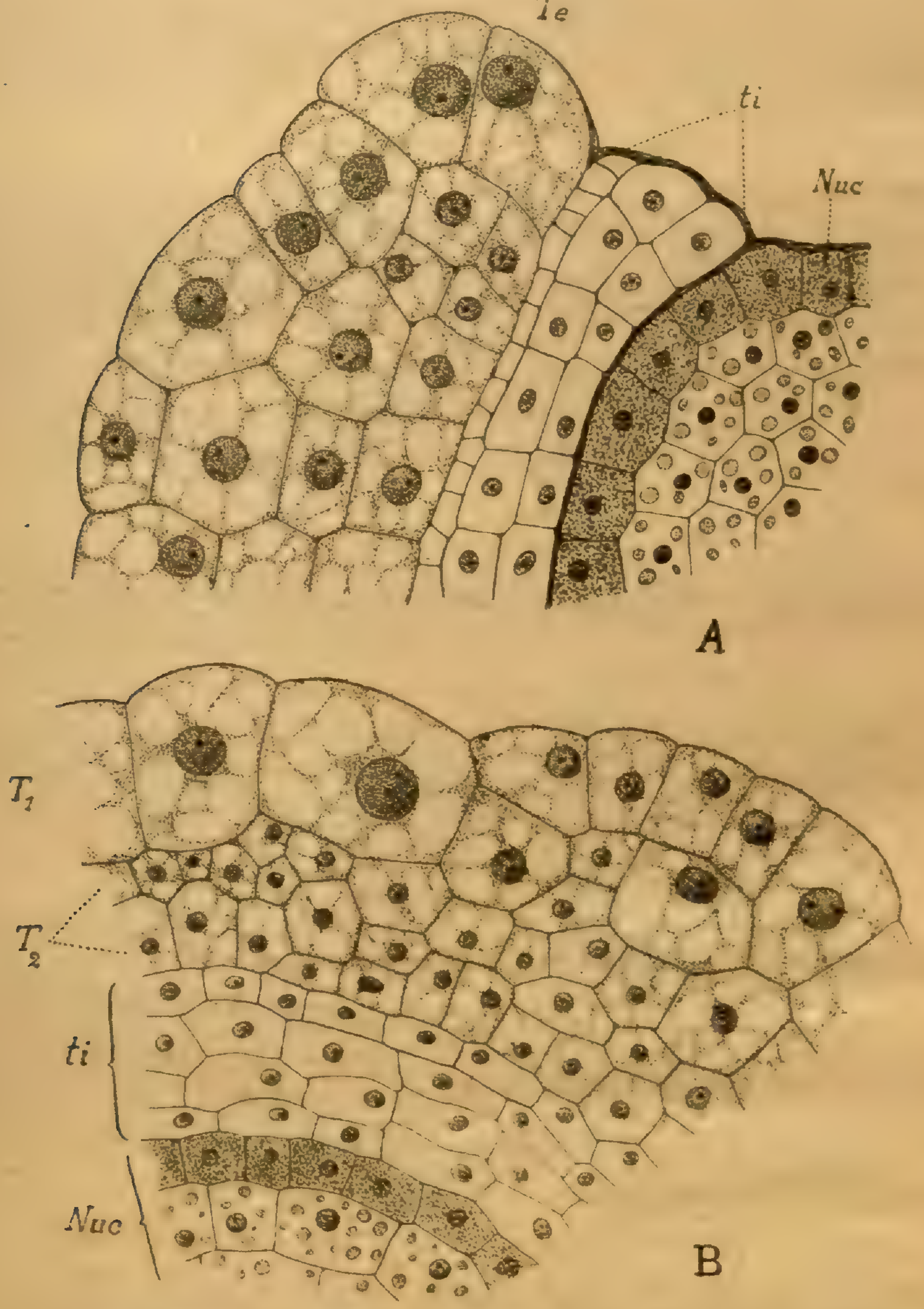


Fig. 4. — Portions d'ovules modifiés par l'*Aulax minor* ; *Te*, tégument externe (T_1 et T_2 ; *ti*, tégument interne ; *Nuc*, nucelle (Gr. 240).

énormes ; celles de T_2 très aplaties deviennent de plus en plus difficilement visibles ; l'assise t_1 est constituée par des éléments à section relativement petite ; quant à l'assise t_3 elle subit une diffé-

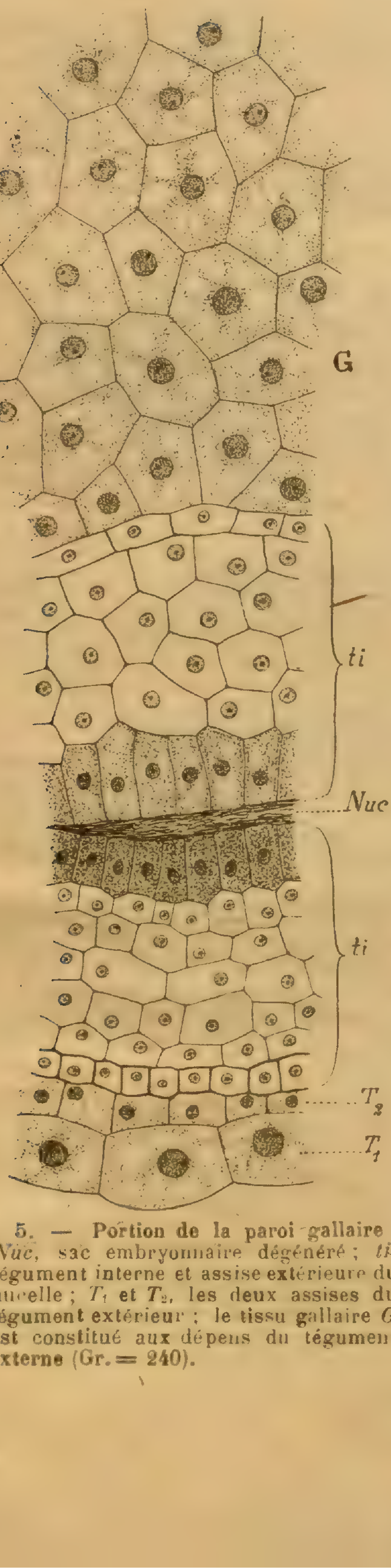


Fig. 5. — Portion de la paroi gallaire ; *Nuc*, sac embryonnaire dégénéré ; *ti*, tégument interne et assise extérieure du nucelle ; T_1 et T_2, les deux assises du tégument extérieur ; le tissu gallaire *G* est constitué aux dépens du tégument externe (Gr. = 240).

renciation très spéciale ; ses cellules ont un suc cellulaire jaune très réfringent, qui devient de plus en plus volumineux et qui, après avoir rejeté le noyau vers la périphérie, finit par occuper toute la cavité cellulaire. A l'intérieur de ces deux téguments on observe une assise nucellaire *Nuc* réduite à des éléments aplatis, puis enfin le tissu de l'albumen *Alb*.

Lorsque les ovules subissent l'action des œufs et des larves de l'*A. minor* leur évolution présente de très importantes modifications ; la fig. 4, ainsi que la phot. 2 de la Pl. 49 et la phot. 1 de la Pl. 50, donnent une bonne idée de la manière dont débutent les cécidies. On voit qu'autour des jeunes larves les téguments ovulaires s'hypertrophient, et un examen attentif montre que c'est avant tout le tégument externe qui divise ses cellules ; celles-ci se multiplient par de rapides caryokinèses s'effectuant dans tous les sens et leur contenu apparaît comme très dense, avec un volumineux noyau

fig. 4 A, et B : le tégument interne est toujours moins transformé et le plus souvent le nucelle subit une dégéné-

resecnce complète, mais il arrive cependant, quand la larve se trouve en face du micropyle, que les deux téguments et le nucelle lui-même participent à la formation de la galle.

Le plus souvent c'est sur le flanc des ovules que se trouve la jeune larve et il s'établit alors une abondante prolifération du seul tégument externe ; le nucelle de chacun des ovules qui délimitent une loge devient très excentrique par rapport à celle-ci (photographies 2 de la Pl. 51 et 1 de la Pl. 52) et il apparait nettement qu'en dehors ou en dedans du nucelle dégénéré on trouve des tissus de même origine, comme en témoigne la fig. 5 ; vers le dehors de la galle on reconnaît aisément les deux assises du tégument externe T_1 et T_2 ; les assises interne et externe du tégument interne ont encore des caractères qui permettent de les identifier ; l'assise moyenne s'est hyperplasiée, mais sans hypertrophie ; en dedans du tégument interne on reconnait l'assise externe du nucelle ; quant aux très nombreuses assises (une vingtaine) constituant le tissu nourricier G de la galle, elles sont entièrement formées aux dépens du tégument externe.

Le tissu nourricier est identique à celui de la galle d'*A. Papaveris* en ce qui concerne ses caractères histologiques ; ce sont ceux d'ailleurs de la plupart des cécidies : éléments volumineux présentant un gros noyau et un protoplasme dense ; les plus voisins de la loge offrent fréquemment des phénomènes de chromatolyse ; dans la masse protoplasmique on reconnait alors une série de corps colorables à la manière du noyau et qui résultent d'une fragmentation irrégulière de celui-ci.

Les réactions microchimiques du tissu nourricier ne sont pas moins caractéristiques ; par l'iode il prend une teinte brune très accentuée et les noyaux se colorent d'une manière particulièrement intense en présence de ce réactif ; on ne décèle, par contre, pas trace d'amidon, qui n'existe que dans les lames placentaires, les téguments, le nucelle et l'albumen normaux.

La liqueur de Fehling est réduite dans tout le tissu gallaire mais moins énergiquement dans la zone nourricière ; la réaction de Molisch (α naphtol et acide sulfurique) se comporte d'une manière analogue. Le perchlorure de fer ne permet de déceler aucune trace de tannin ; la teinture d'alkanna est fixée d'une manière intense et décroissante de la cavité gallaire vers l'extérieur ; enfin la réaction de

Millon est très nette pour le tissu nourricier alors qu'elle ne se produit nulle part ailleurs ; le tissu nourricier apparaît donc comme riche en sucres, en matières grasses et en substances protéiques.

A la phase de formation de la cécidie succède une période d'utilisation du tissu nourricier par la larve qui s'accroît alors rapidement et dont le tube digestif se dilate énormément par le fait de l'ingestion des cellules ; en même temps il se différencie vers l'extérieur de la

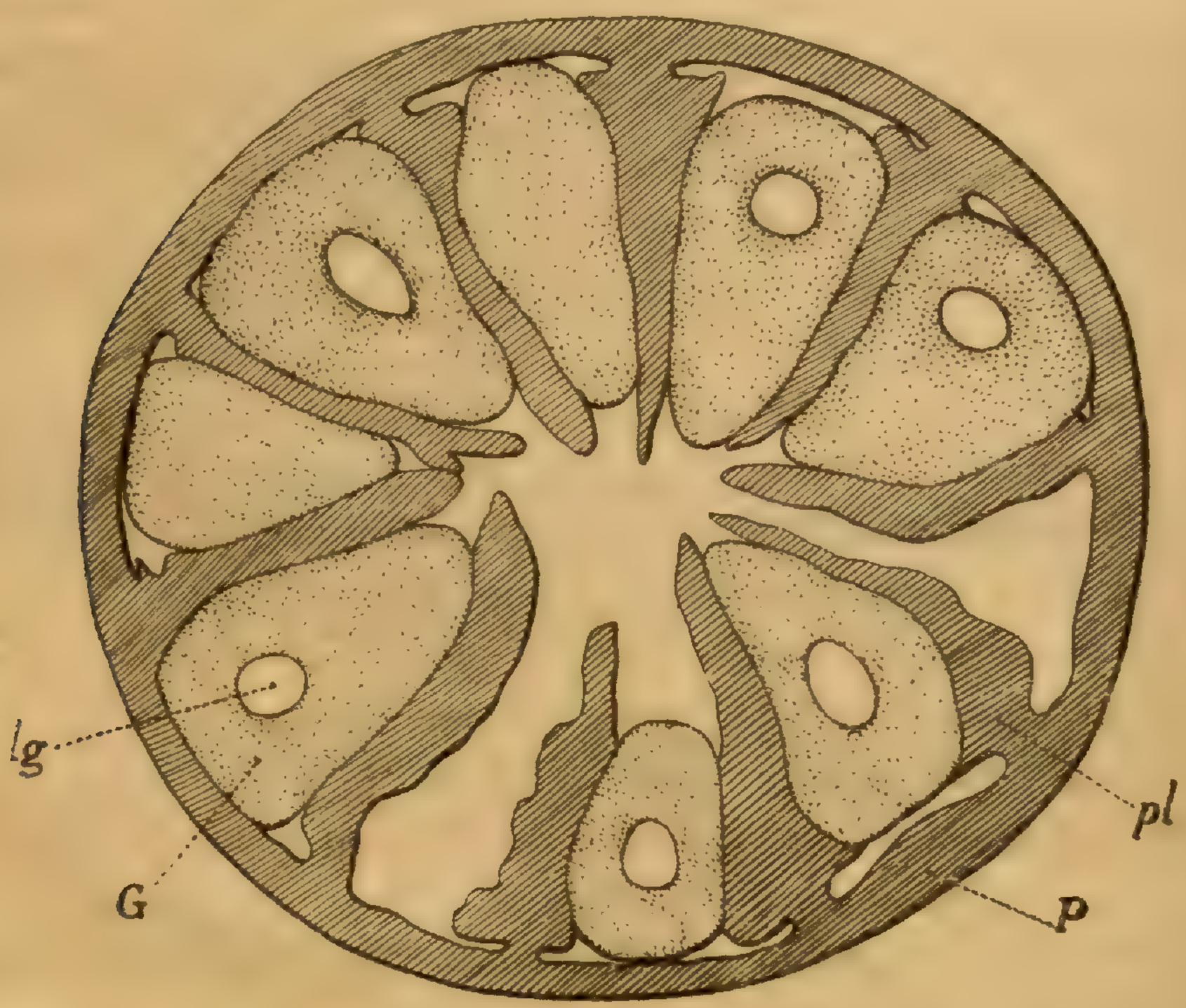


Fig. 6. — Coupe transversale d'un ovaire de *Papaver Rhæas* présentant des galles d'*Aulax minor*. *G* dans presque tous les intervalles placentaires ; *lg*, loges gallaires ; *pl*, placentas ; *P*, paroi ovarienne (Gr. = 7).

galle un tissu scléreux qui subsiste finalement seul pour former l'enveloppe de la nymphe.

Je n'ai jamais rencontré d'ovules, prenant part à la formation de cécidies, dans lesquels le sac embryonnaire se soit développé normalement ; il ne s'est jamais opéré de fécondation, alors que les ovules non attaqués et voisins des précédents peuvent donner naissance à des graines bien constituées.

La galle de l'*A. minor* est donc bien, comme Mayr l'avait pressenti, une galle d'origine ovulaire ; elle est constituée par plusieurs ovules qui arrivent à se souder par hypertrophie. Lorsque

la cécidie a atteint son plein développement, elle forme une masse qui occupe en largeur tout l'espace libre entre deux lames placentaires voisines ; elle est reliée à celles-ci par autant de funicules qu'il existe d'ovules prenant part à sa formation. Quand le fruit se dessèche la galle en fait de même ; elle subit alors un retrait et peut, si elle n'est pas trop volumineuse, se détacher des lames placentaires à la manière des graines.

Il arrive assez souvent qu'on ne trouve dans un fruit qu'un petit nombre de galles d'*A. minor*, mais souvent aussi il s'en développe une ou plusieurs dans chaque espace interplacentaire, si bien que, si on coupe transversalement un tel fruit, lorsqu'il est desséché, on voit les galles alterner régulièrement avec les cloisons (fig. 6) ; si les galles sont assez aplaties et arrivent en contact vers la périphérie avec le péricarpe, on peut évidemment avoir l'impression de lames intactes alternant avec des lames attaquées ; c'est vraisemblablement cette impression que traduit la figure donnée par Houard.

B) Second type de la galle d'A. minor.

A côté du type que nous venons de décrire pour les galles d'*A. minor*, et qui est de beaucoup le plus fréquent, j'en ai observé un autre un peu différent ; c'est en particulier celui qui est réalisé pour les cécidies que j'ai récoltées en très grande abondance à la fin du mois de juillet 1919 dans les champs de Blé de Saint-Pierre-en-Port (Seine-Inférieure). Il s'agit de fruits sensiblement plus déformés, souvent faciles à distinguer à l'œil nu et à distance des capsules saines (Pl. 48, phot. 1-7); certains même arrivent à être renflés d'une manière rappelant tout à fait les fruits de *P. dubium* attaqués par l'*A. Papaveris* (comparer à cet égard la phot. 3 de la Pl. 46 et les phot 5-7 de la Pl. 48). Lorsque ces fruits ne contiennent que des galles uniloculaires, semblables à celles que nous avons décrites précédemment, on constate que chaque cécidie est beaucoup plus volumineuse que celle du premier type : l'espace laissé libre entre les deux lames placentaires voisines ne suffit pas à leur développement ; ces lames, et par contre-coup celles qui sont situées de part et d'autre, se trouvent repoussées du côté de la paroi du péricarpe (fig. 7) ; celles qui sont situées en face sont limitées dans leur développement radial : on observe ainsi des galles uniloculaires isolées

pouvant occuper en coupe transversale le 1/3 de la section de l'ovaire.

Lorsque plusieurs de ces galles se développent à une même hauteur du fruit elles arrivent de bonne heure en contact les unes avec les autres, se soudent entre elles (fig. 8) et forment dans le fruit

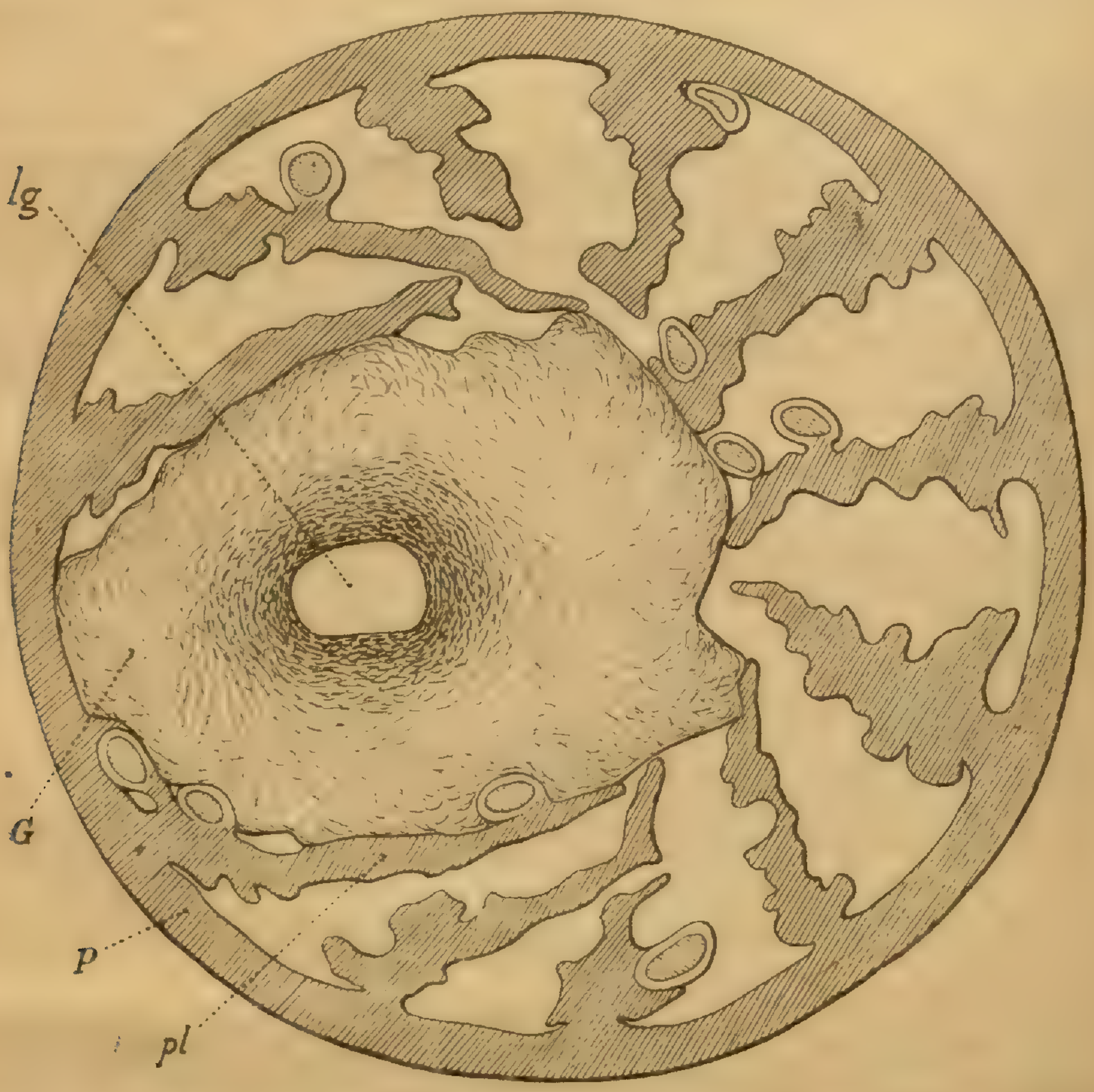


Fig. 7. — Galle uniloculaire d'*Aulax minor* du second type ; mêmes lettres que précédemment (Gr. = 7).

une ou plusieurs masses pluriloculaires on peut y compter jusqu'à 20 loges, c'est-à-dire un ensemble rappelant beaucoup la galle de l'*A. Papaveris* ; un simple examen à l'œil nu de ces galles adultes ne permet plus de les distinguer au point de vue de leur origine. Lors de l'éclosion des adultes le péricarpe est beaucoup plus fréquemment perforé que pour les cécidies du premier type et la raison en est facile à saisir.

Les dimensions des galles d'*A. minor* des deux types extrêmes sont environ les suivantes :

	Longueur	Largeur	Epaisseur
Galles uniloculaires du 1er type	2mm,5	2mm,5	1mm
Galles pluriloculaires du 2me type	15	12	4,5

A quoi tiennent les différences présentées par les galles de

Fig. 8. — Galle pluriloculaire d'*Aulax minor* du second type ; mêmes lettres que précédemment (Gr. = 7).

Saint-Pierre-en-Port avec celles du premier type, différences qui se résument en une réaction beaucoup plus intense de la part des tissus tégumentaires des ovules ? Correspondent-elles à l'existence d'une race particulière de *P. Rhæas* ou à des conditions spéciales relatives à la nutrition de l'hôte ? Le fait tient-il au contraire à ce que nous sommes en présence d'une race différente de l'*A. minor* ? Dans ce der-

nier cas enfin s'agit-il d'une race purement physiologique ou celle-ci se distingue-t-elle du type habituel par quelque caractère morphologique ? Les observations que j'ai faites en 1920 dans la même localité m'amènent à penser que c'est la première hypothèse qui est la bonne ; alors en effet qu'en 1919 j'avais remarqué les galles particulièrement volumineuses que je viens de décrire je n'ai plus rien constaté de semblable en 1920 ; les cécidies étaient encore nombreuses, mais elles avaient les caractères du type ordinaire ; les Coquelicots étaient eux-mêmes moins développés et nous arrivons à penser que ce sont les conditions qui se sont montrées en 1919 particulièrement favorables à la végétation auxquelles on doit rapporter l'allure spéciale des galles récoltées au cours de cette année.

Les insectes éclos de galles de 1919 présentaient bien les caractères de l'*A. minor* ; ils étaient seulement plus volumineux en moyenne que ceux que j'ai obtenus à partir des galles du premier type.

Rapport entre le sexe des Aulax *et la taille des galles.*

Les variations considérables qui existent dans le volume des galles provoquées par l'*A. minor* posent la question du savoir s'il existe une relation entre la quantité de nourriture mise à la disposition des larves et le sexe des adultes qui en proviennent. Pour chercher à m'en rendre compte j'ai récolté en 1919 à Saint-Pierre-en-Port un grand nombre de capsules attaquées et je les ai réparties suivant leur taille en 4 groupes ; cette taille se trouvait d'ailleurs correspondre à celle des loges et à l'importance relative du tissu nourricier. J'ai effectué au printemps suivant la numération de tous les insectes qui ont éclos successivement en mars, avril et mai et j'ai établi pour chaque mois et pour chaque lot la proportion M : F des mâles et des femelles ; le tableau, qui est en tête de la page suivante, donne les résultats obtenus, les lots I, II, III, IV correspondant à des galles de taille croissante (M et F désignent les nombres de mâles et de femelles) :

Deux conclusions s'imposent très nettement :

1° La proportion des mâles aux femelles diminue progressivement du début à la fin des éclosions dans les 4 lots : les *individus mâles sont plus hâtifs*.

ÉPOQUE D'ÉCLOSION	LOT I			LOT II			LOT III			LOT IV		
	M	F	M : F	M	F	M : F	M	F	M : F	M	F	M : F
Mars	94	69	1,36	104	73	1,42	59	34	1,73	65	81	0,80
Avril	145	133	1,09	109	131	0,84	84	124	0,67	47	86	0,54
Mai	5	34	0,44	5	45	0,11	8	61	0,13	2	8	0,25
Total	**244**	**236**	**1,03**	**218**	**249**	**0,87**	**151**	**219**	**0,69**	**114**	**175**	**0,65**

2° Le rapport des mâles aux femelles, correspondant à l'ensemble des éclosions, va en diminuant quand on considère les lots établis suivant la taille croissante des capsules attaquées : les grosses galles ont donné une proportion beaucoup plus considérable de femelles que les petites : pour 1.000 adultes on compte 492 femelles dans le lot I et 605 dans le lot IV.

Cette dernière constatation vient donc plaider en faveur de l'existence d'une relation entre le sexe du parasite et la quantité de nourriture qui s'est trouvée à sa disposition ; mais il ne faut pas se hâter de conclure et il y a lieu de faire observer que ces observations, si frappantes qu'elles soient, comportent une cause d'erreur. Les galles dont on a observé les éclosions ont été récoltées au mois d'août et, si elles étaient adultes, elles n'étaient pas complètement desséchées ; d'autre part elles ont été conservées pendant tout l'hiver et jusqu'au moment de l'éclosion dans l'air relativement sec et chaud d'un laboratoire, c'est-à-dire dans des conditions sensiblement différentes de celles auxquelles elles sont exposées dans la nature : cela explique que les éclosions ont été plus précoces que dans les conditions normales ; il en résulte d'autre part que plusieurs nymphes n'ont pas donné naissance à des adultes, soit qu'elles soient mortes de sécheresse, soit que certains adultes n'aient pas réussi à percer la paroi de la capsule qui s'est montrée beaucoup plus résistante que d'habitude ; il n'est pas rare par exemple d'observer des *Aulax* qui, ayant pu forer leur trou de sortie dans le tissu scléreux de la galle et dans la partie interne du péricarpe, n'ont pas la force de le continuer à travers les tissus plus externes et meurent sur place quelquefois même le trou est percé jusqu'au bout, mais l'orifice de

sortie, assez grand pour donner passage à la tête de l'animal, est insuffisant pour permettre au thorax de sortir et l'insecte reste ainsi définitivement prisonnier.

Les conditions artificielles dans lesquelles se sont effectuées la maturation et la conservation des galles venant diminuer le nombre d'éclosions, on peut se demander si les mâles et les femelles sont atteints dans la même mesure et si le phénomène est comparable pour les différents lots de galles.

Malgré cette objection, qui revient d'ailleurs dans la plupart des observations de la nature de celles qui nous occupent, nous avons tenu à rapporter les résultats de nos numérations : ayant à choisir entre l'hypothèse d'une influence des conditions de nutrition dans la détermination du sexe et celle d'une résistance relativement plus faible des individus mâles à la sécheresse, et qu'il faut en outre considérer comme diminuant avec la taille des galles, il nous paraît que la première manière de voir, sans être démontrée, est plus satisfaisante par sa simplicité même.

*Comparaison avec la galle de l'*Aulax Papaveris.

Les galles d'*A. minor* nous apparaissent comme constituées exclusivement aux dépens des ovules, alors que celles que l'*A. Papaveris* détermine sur le *P. dubium* sont formées avant tout par le renflement des cloisons placentaires; cela ne signifie pas d'ailleurs que les ovules ne prennent aucune part à la formation des galles de l'*A. Papaveris* ; à la base des placentas hypertrophiés on observe souvent des ovules ayant subi l'action du parasite et la figure 9 représente la section de l'un d'eux : le tégument externe est ici peu modifié, l'interne fortement hyperplasié et les cellules externes du nucelle ont elles-mêmes proliféré dans la cavité du sac embryonnaire. La photographie 2 de la Planche 53 montre un ovule analogue qui a été inclus dans la masse gallaire formée par deux placentas.

Les placentas hypertrophiés par l'action de l'*A. Papaveris* présentent également, avant de s'appliquer les uns contre les autres, de nombreuses émergences dans lesquelles on reconnaît encore des organes ovulaires, grâce en particulier à la limite très nette qui existe entre les deux téguments ; mais ici il est plus rare d'observer

des nucelles dégénérés et, tous les tissus de l'ovule prenant le plus souvent part à la formation de la galle, celle-ci apparaît ordinairement comme très homogène, une fois que s'est réalisée l'application des lames placentaires.

Quoi qu'il en soit nous trouvons chez les *Papaver* deux galles d'*Aulax* intéressant l'ovaire, mais très différentes quant à leur nature morphologique ; celles que produit l'*A. Papaveris* sont avant

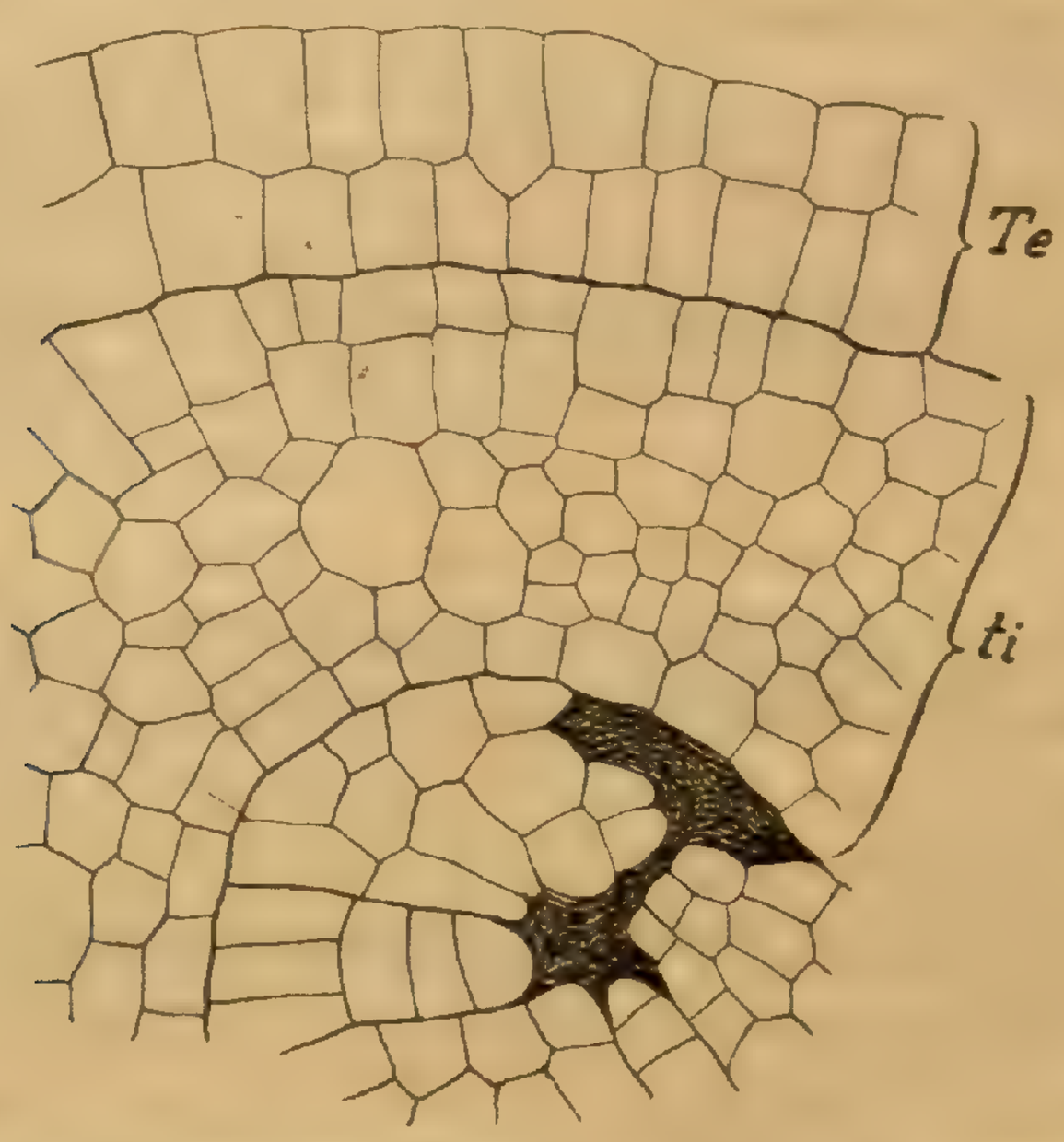


Fig. 9. — Ovule de *Papaver dubium* transformé sous l'action de l'*Aulax Papaveris*. *Te*, tégument externe ; *ti*, tégument interne (Gr. = 240).

tout placentaires, celles qui résultent de l'action de l'*A. minor* exclusivement ovulaires. Quelle est la cause de cette différence capitale? Il ne s'agit pas, comme on pourrait l'imaginer, de pontes s'effectuant dans des ovaires se trouvant à des états de développement différents ; si l'*A. minor* déposait, en effet, ses œufs dans un ovaire relativement âgé, on pourrait penser que ces œufs sont toujours déposés à la surface des ovules, ceux-ci protégeant les placentas vis-à-vis de la sécrétion cécidogène ; mais, en fait, c'est dans des ovaires présentant le même état de développement que les œufs des deux espèces de parasites sont introduits, et il est vraisemblable d'admettre qu'il intervient une différence dans la masse et le pouvoir de diffusion des substances sécrétées par les deux *Aulax* ; le fait que

les ovules de *P. dubium* qui subissent l'action de l'*A. Papaveris* réagissent plus profondément et jusque dans leurs cellules nucellaires plaide en faveur de cette manière de voir.

Spécificité physiologique de l'A. minor *et de* l'A. Papaveris.

Nous nous sommes borné dans tout ce qui précède, à considérer la galle de l'*A. Papaveris* sur le *P. dubium*, celle de l'*A. minor* sur le *P. Rhæas ;* mais chacune de ces cécidies a été signalée chez différentes espèces de *Papaver* et, en ce qui concerne celle de l'*A. Papaveris*, on l'a décrite sur *P. Lecoqi*, variété du *P. dubium*, et sa forme *calcicolum* (1), sur le *P. Argemone* (2) et sur le *P. Rhæas* (voir à ce sujet le Catalogue de Houard).

Ces faits ont amené Reijnvaan et Van Leeuven à se demander s'il s'agissait bien d'une véritable indifférence de l'*Aulax Papaveris* vis-à-vis des diverses espèces de Coquelicots ; ces auteurs ont cherché à contaminer expérimentalement le *P. Rhæas* à l'aide de l'*A. Papaveris* provenant du *P. dubium ;* toutes leurs tentatives ont échoué ; les auteurs ajoutent que, n'ayant pas eu à leur disposition des galles d'*A. Papaveris* provenant de *P. Rhæas*, ils n'ont pu réaliser l'expérience inverse ; ils concluent de leurs expériences qu'il existe pour chaque espèce de *Papaver* une espèce physiologique spéciale d'*A. Papaveris*, ne se distinguant par aucun caractère morphologique appréciable, mais incapable d'attaquer un autre *Papaver*.

En ce qui me concerne je n'ai jamais pu observer, malgré de nombreuses recherches, de galles d'*A. Papaveris* sur le *P. Rhæas* ou ses variétés horticoles, non plus que sur le *P. Argemone ;* il en est ainsi en particulier au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau où depuis longtemps j'entretiens côte à côte les trois espèces de *Papaver* et où les galles d'*A. Papaveris* sur le *P. dubium* sont excessivement abondantes.

Inversement je pouvais écrire en 1919 que je n'avais jamais réussi à observer des galles d'*A. minor* que sur le *P. Rhæas ;* dans la station dont je viens de parler ni le *P. dubium* ni le *P. Argemone* ne m'étaient en effet apparus comme attaqués par le parasite en ques-

(1) C. Houard. Glanures cécidologiques : I. Cécidies de l'*Aulax Papaveris* Perris sur le *Papaver Lecoqi* Lamotte. (*Marcellia*, **5**, 1906, p. 65).

(2) Goury et J. Guignon. Insectes parasites des Papavéracées et des Fumariacées. (*Feuille des J. Naturalistes*, Paris [4], **5**, 1905, p. 108).

'tion. Je dois dire que j'ai observé depuis sur le *P. dubium* une unique cécidie d'*A. minor* (des milliers de capsules ont été examinées); la forme de la galle, les caractères de l'insecte éclos ne laissent pas de doute à ce sujet. D'autre part j'ai rencontré quelques capsules de *P. somniferum* (œillette blanche) présentant des galles ovulaires ayant tous les caractères de celles d'*A. minor*, mais sans que j'aie pu obtenir d'éclosions.

Ce qui subsiste c'est que, très communes sur le *P. Rhœas*, les galles d'*A. minor* sont très rares dans la même localité sur le *P. dubium*; l'unique exemplaire que j'ai pu observer apparaît comme une sorte d'erreur de la part du parasite et pourrait peut-être s'expliquer par la nature hybride de la plante envisagée; il est d'ailleurs très important d'en signaler l'existence car c'est une démonstration que la nature placentaire ou ovulaire des galles considérées ne tient pas à une différence spécifique des hôtes, mais bien à la nature des insectes

Des expériences de contamination artificielle m'ont conduit aux mêmes conclusions. Durant l'été 1918 j'ai cherché à provoquer expérimentalement des galles sur *P. Rhœas* et *P. dubium* à l'aide d'insectes venant d'éclore de galles de l'année précédente et correspondant à l'*Aulax minor* ou à l'*A. Papaveris*; le mode opératoire était le suivant. Des insectes venant d'éclore dans un flacon étaient amenés à pénétrer dans un petit sac de mousseline; il suffisait pour cela de coiffer le flacon du sac en question et, se plaçant devant une fenêtre, de diriger l'ouverture vers la lumière; les insectes ne tardent pas en raison de leur phototactisme à s'introduire dans le sac; quand ils sont assez nombreux et représentés par des individus des deux sexes on ferme le sac par un fil; on peut ensuite facilement introduire dans ce sac, sans que les insectes en sortent, de jeunes boutons floraux de Coquelicot, environ 10 à 12 jours avant la floraison.

Examinant les capsules au bout d'une quinzaine de jours on constate que des *A. minor* n'ont ainsi produit de galles ovulaires que sur le *P. Rhœas* et que des *A. Papaveris* n'ont attaqué que le *P. dubium* en y provoquant les galles placentaires spéciales à cette espèce.

Des expériences semblables sur des boutons un peu plus âgés m'ont quelquefois permis de constater des galles placentaires dans des pistils de *P. dubium* ensachés en présence d'*A. minor*; mais il était alors permis de se demander si, dans ce cas, la ponte n'avait

pas été effectuée par des *A. Papaveris,* nombreux dans la localité, avant l'opération. Pour éviter cette cause d'erreur j'ai repris ces expériences en 1919 d'une manière un peu différente. Des *P. Rhæas* et *P. dubium* ont été semés dans de grands pots à l'automne de 1918 ; certains pots ne contenaient qu'une des deux espèces, dans d'autres les deux espèces étaient mélangées; la terre qu'on avait utilisée avait été prélevée dans une région où il n'existait pas de Coquelicots et où, par suite, il n'avait pu tomber antérieurement de capsules attaquées. A la surface de la terre on introduisait en outre soit des capsules de *P. Rhæas* à galles d'*A. minor,* soit des capsules de *P. dubium* à galles d'*A. Papaveris.*

Vers le mois d'avril 1919, alors qu'aucune éclosion n'avait encore eu lieu on fixait à la partie supérieure de chaque pot un grand cadre de fine mousseline de soie qui permettait le développement des plantes, mais s'opposait à l'introduction ultérieure d'insectes, comme il empêchait ceux qui allaient éclore de s'éloigner. Les insectes adultes ont commencé à faire leur apparition au début de mai, les plantes commençant d'autre part à présenter des boutons floraux. Les sacs ont été enlevés le 15 juin et on a procédé à cette date à l'examen des différentes capsules ; les résultats ont été des plus nets; l'*A. minor* n'a jamais donné que des galles ovulaires et n'a attaqué que le *P. Rhæas;* l'abondance des insectes emprisonnés permet de comprendre que dans une même capsule les cécidies étaient très nombreuses, beaucoup plus que dans aucun cas normal ; de même l'*A. Papaveris* n'a attaqué que le *P. dubium* pour y produire des galles placentaires, et cela que les deux espèces de *Papaver* aient été séparées ou mélangées.

Nous devons donc conclure qu'il s'agit de deux espèces d'insectes, adaptées à deux espèces différentes de *Papaver* et produisant deux sortes de galles; nous avons le droit, en présence des faits que nous venons de relater, de poser la question de savoir si les galles qu'on a rapportées à l'*A. Papaveris* pour le *P. Rhæas,* comme à l'*A. minor* pour le *P. dubium,* correspondent bien à une détermination exacte ; la convergence de forme des galles adultes de l'*A. minor*, que j'ai signalée plus haut pour le second type, avec celles de l'*A. Papaveris* a bien pu induire les auteurs en erreur ; quant aux galles signalées sur le *P. Argemone,* je ne puis en parler en connaissance de cause,

n'ayant jamais réussi à en observer, mais il serait évidemment intéressant de les étudier à nouveau.

Certes il est très logique de regarder les deux espèces d'*Aulax* qui viennent de nous occuper, et qui ne diffèrent que par des caractères morphologiques très faibles, comme résultant d'une adaptation à deux hôtes spécifiquement voisins ; mais chacun des parasites paraît à l'heure actuelle assez étroitement lié à un hôte distinct : d'après mes observations et mes expériences, les conclusions de Reijnvann et Van Leeuwen sont exactes, mais à condition de les rapporter à deux espèces différentes de parasites et non pas à deux races physiologiques d'une même espèce morphologique.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 46

Galles d'*Aulax Papaveris* sur *Papaver dubium* (Grandeur naturelle).

Phot. 1. — Capsule normale.

Phot. 2-11. — Capsules attaquées, renflées à des degrés divers et dans lesquelles les galles se sont développées dans toute l'étendue (phot. 2-5), seulement dans la partie supérieure (phot. 6-8 et 11) ou uniquement dans la région inférieure (phot. 9-10).

Phot. 12. — Capsule qui a éclaté du fait de la tension exercée sur le péricarpe par les galles internes ; on aperçoit des loges mises à découvert par l'écartement des lames placentaires qui les délimitaient.

Phot. 13-16. — Coupes transversales (phot. 13 et 14) et longitudinales (phot. 15 et 16) de capsules attaquées, montrant les loges délimitées par le tissu gallaire.

PLANCHE 47

Galles d'*Aulax minor* sur *Papaver Rhœas* ; type le plus commun (Grandeur naturelle).

Les échantillons correspondant aux deux rangées du haut proviennent d'Avon (Seine-et-Marne), ceux des deux rangées du milieu d'Etampes, ceux des deux rangées du bas de Presles (Seine-et-Oise).

Les photographies 1, 11 et 21 représentent des capsules saines, toutes les autres des capsules attaquées entières ou coupées transversalement ou longitudinalement. On observe des galles assez peu nombreuses, isolées, dans le premier cas ; elles sont plus abondantes dans chaque capsule dans le second cas et remplissent presque entièrement les capsules de la 3e localité.

On voit nettement dans la phot. 5 le trou de sortie de l'insecte adulte correspondant à la galle centrale.

Planche 48

Galles d'*Aulax minor* sur *Papaver Rhæas* ;
type de St-Pierre-en-Port (Seine-Inférieure) (Grandeur naturelle).

Phot. 1. — Capsule normale.

Phot. 2-7. — Capsules attaquées plus ou moins renflées; la capsule de la phot. 7 est assez comparable extérieurement à celle de la phot. 3 de la Pl. 46, qui correspond à une galle d'*Aulax Papaveris*.

Phot. 8-17. — Capsules sectionnées laissant voir des galles plus ou moins nombreuses.

Phot. 18-20. — Galles réunies en masses compactes occupant une grande partie de la cavité des capsules.

Planche 49

Phot. 1. — Ovule normal de *Papaver Rhæas* (G = 180).

Phot. 2. — Jeune galle d'*Aulax minor* ; on aperçoit une loge au centre de laquelle se trouve une larve et qui est délimitée par des ovules dont les téguments s'hypertrophient ; les tissus latéraux correspondent à deux placentas voisins (G = 85).

Planche 50

Phot. 1 et 2. — Deux états de développement de galles d'*Aulax minor* (G = 85); on reconnait facilement les divers ovules qui prennent part à la formation de la cécidie et la part prépondérante qui revient au tégument externe dans la constitution du tissu nourricier.

Planche 51

Phot. 1. — Jeunes galles d'*Aulax minor;* l'une des loges est intéressée par la section ; les ovules qui sont situés plus bas correspondent à une cavité gallaire située dans un autre plan ; les grosses cellules périphériques des téguments externes permettent d'en voir aisément les limites (G = 85).

Phot. 2. — Galle d'*Aulax minor* plus développée ; le tissu nourricier est complètement développé et on aperçoit vers le bas un nucelle dégénéré (G = 85).

Planche 52

Phot. 1. — Galle adulte *d'Aulax minor* ; vers la droite se trouve un nucelle dégénéré ; en bas et à droite on voit une partie d'un ovule qui n'a pas participé à la formation de la galle (G = 85).

Phot. 2. — Ovules normaux de *Papaver dubium* avec sacs embryonnaires différenciés (G = 85).

Planche 53

Galle de l'*Aulax Papaveris* sur *Papaver dubium*.

Phot. 1. — Deux ovules participant à la formation de la galle (G = 85).

Phot. 2. — Un ovule, à téguments fortement hyperplasiés et hypertrophiés, délimité par un tissu gallaire qui correspond à deux lames placentaires voisines (G = 85).

ETUDE

DE

LA VARIATION DES ACIDES ORGANIQUES AU COURS DE LA PIGMENTATION ANTHOCYANIQUE

par Mlle Denise KOHLER

I. — INTRODUCTION

Au cours de l'étude du mécanisme de la formation des pigments anthocyaniques, les recherches relatives aux rapports qui existent entre la fixation d'oxygène par les tissus et leur pigmentation ont mis en évidence les faits suivants :

1° La formation des pigments anthocyaniques ne peut avoir lieu qu'en présence d'oxygène (Mer (1), Emery, Molliard (2), Katic (3)).

2° Cette formation se produit dans les tissus riches en ferments oxydants (Mirande (4), Keeble, Armstrong et Jones (5), Miège (6)).

(1) Mer. *Bulletin Soc. Bot. de France*, t. XXIII, p. 231 et t. XXIV, p. 105.

(2) M. Molliard. Production expérimentale de tubercules blancs et de tubercules noirs à partir de graines de Radis rose. *(C. R. Ac. Sc.*, 1909, p. 573).

(3) Katic. Beitrag zur Kenntnis der Bildung des roten Farbstoffs (Anthocyan) in vegetativen Organen der Phanerogamen (Inaugural-Dissertation, Halle, 1905).

(4) Mirande. Sur l'origine de l'anthocyanine, déduite de l'observation de quelques Insectes parasites des feuilles. *(C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 1907, p. 1300).

(5) Keeble, Armstrong, Jones. The *rôle* of oxydases in the formation of anthocyan pigments of plants. *(Journ. Genetics*, nov. 1912; vol. 2, N° 3).

(6) Miège. Recherches sur les principales espèces de *Fagopyrum* (Sarrasin). (Thèse de doctorat, Paris, page 380, 1910).

3° Elle est accompagnée de la fixation d'une quantité d'oxygène plus grande que celle qui est fixée normalement (Raoul Combes (1), E. Rosé (2) et G. Nicolas (3)).

Il paraît donc démontré qu'au moment où les glucosides anthocyaniques se forment, les phénomènes d'oxydation sont plus actifs dans les tissus.

Cet ensemble de faits avait amené à établir une relation *directe* entre la pigmentation et les processus oxydants, et à formuler cette hypothèse que la formation des pigments anthocyaniques était un phénomène d'oxydation. On admettait alors que les anthocyanes étaient dues à l'oxydation de corps préexistants : chromogènes, proanthocyanes, tannins, etc.

Mais des recherches récentes ont conduit à abandonner cette manière de voir.

Raoul Combes (4) a isolé des feuilles vertes d'*Ampelopsis hederacea* un pigment jaune appartenant au groupe des flavones, et a transformé, en faisant intervenir des agents réducteurs, cette flavone en un pigment semblable à l'anthocyane existant dans les feuilles rouges de la même plante. Il a été ainsi amené à infirmer l'explication admise jusqu'alors de la formation des anthocyanes par oxydation, et à émettre l'opinion que l'anthocyane se forme, au contraire, dans les organes en voie de rougissement, par réduction d'une flavone existant dans les organes non encore colorés.

Ces résultats et cette opinion ont ensuite été confirmés par les recherches de Willstätter (5), d'Everest (6), de Willstätter et de ses

(1) Raoul Combes. Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques. (*Rev. gén de Bot.*, t. XXII, p. 177-212, 1910).

(2) E. Rosé. Etude des échanges gazeux et de la variation des sucres et des glucosides au cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobæa scandens*. (*Rev. gen. de Bot.*, t. XXVI, 1914).

(3) G. Nicolas. Contribution à l'étude des relations qui existent, dans les feuilles, entre la respiration et la présence de l'anthocyane. (*Rev. gén. de Bot.*, t. XXXI, p. 161-178, 1919).

(4 Raoul Combes. Production expérimentale d'une anthocyane identique à celle qui se forme dans les feuilles rouges en automne, en partant d'un composé extrait des feuilles vertes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLVII, pages 1002-1004, 1913).

(5) Willstatter. Ueber die Farbstoff der Blüten und Früchte. (*Sitz. Ber. Akad. Wiss.*, Berlin, pages 402-411, 1914).

(6) E. Everest. The production of Anthocyanins and Anthocyanidins. (*Proceed. of the Roy. Soc.*, Ser. B., Vol. LXXXVII, pages 444-452, 1914).

élèves (1). C'est ainsi que Willstätter a transformé, par réduction, la flavone quercétine, en une matière colorante rouge identique au pigment du Bleuet.

Plus récemment encore Kurt Noack (2) a apporté une nouvelle confirmation à cette manière de voir ; il a en effet transformé, par réduction, le pigment jaune qui se trouve dans les feuilles de *Polygonum compactum* développées à l'obscurité, en un pigment rouge identique à celui qui existe dans les feuilles de la même plante développées à la lumière.

Il existe donc dans les plantes des composés phénoliques jaunes, appartenant au groupe des flavones, qui, par réduction, donnent naissance aux anthocyanes.

Si l'on ne peut plus admettre que les pigments anthocyaniques se forment par oxydation, il reste cependant acquis que l'oxygène joue un rôle dans la formation des glucosides anthocyaniques ; ce rôle serait alors *indirect*. Il est d'ailleurs possible de concilier le phénomène de réduction des flavones, qui donne naissance aux anthocyanes, avec les phénomènes d'oxydation qui se passent aux mêmes moments dans les mêmes tissus ; il suffit de supposer, comme le fait Raoul Combes (3), que des substances autres que les anthocyanes s'oxydent et enlèvent précisément l'oxygène aux flavones voisines, les transformant ainsi en pigments anthocyaniques.

Il est donc probable que des substances organiques s'oxydent dans les tissus, créant un milieu réducteur à la faveur duquel se forment les anthocyanes. Nicolas (4) suppose que ces substances qui s'oxydent tendent à la formation d'acides organiques. On sait, en effet, que cette formation se fait avec une grande fixation d'oxygène.

Si cette hypothèse est exacte, il semble qu'on doive observer,

1) Willstatter und Mallisson. Ueber der Verwandschaft der Anthocyane und Flavone. (*Sitz. Ber. Akad. Wiss.*, Berlin, pages 886-893, 1914).

2) Kurt Noack. Untersuchungen über den Anthocyanstoffwechsel auf Grund der chemischen Eigenschaften der Anthocyangruppe. (*Zeitschritt fur Botanik*, H. 10, 1918).

(3) Raoul Combes. Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. (*Rev. gén. de Bot.*, t. XXX, 1918).

(4) G. Nicolas. (*Loc. cit.*).

dans les tissus où apparaît l'anthocyane, une accumulation d'acides organiques corrélative de cette apparition.

Un certain nombre d'auteurs ont abordé l'étude des relations qui existent entre l'acidité des tissus et leur coloration :

Wiesner, Kraus, ont constaté que lorsque les feuilles rougissent en automne, l'acidité du suc cellulaire augmente ; ces auteurs ont émis l'hypothèse d'une relation entre la teneur des tissus en acides organiques et la présence d'anthocyane.

Astruc (1), au contraire, a montré que dans les fleurs, l'acidité des pétales diminue depuis le bouton jusqu'à la fleur épanouie: quoique l'auteur n'ait pas envisagé la question de la pigmentation anthocyanique, étant donné que certaines des espèces sur lesquelles il a opéré ont des pétales colorés par l'anthocyane, on peut déduire de ses recherches que l'acidité diminue dans les pétales au cours de la pigmentation.

De même, Rivière et Bailhache (2), en évaluant comparativement l'acidité des tissus correspondant aux régions superficielles ayant rougi, et aux régions restées vertes, dans un même fruit, ont reconnu que les tissus recouverts d'un épiderme coloré par l'anthocyane sont moins riches en acides que les tissus recouverts d'un épiderme non coloré.

Nicolas (3) enfin, au cours de recherches récentes, a constaté que les feuilles colorées en rouge par l'anthocyane sont plus acides que des feuilles vertes appartenant aux mêmes espèces végétales.

En présence de ces résultats contradictoires, il m'a semblé que la question méritait d'être reprise. D'autre part, il est indispensable, pour diverses raisons qui vont être exposées ci-dessous, d'employer dans cette étude une technique différente de celle qui a été adoptée par les divers auteurs qui ont abordé cette question.

(1) Astruc. Recherches sur l'acidité végétale. (*Annales des Sciences naturelles, Botanique,* t. XVII, 1903).

(2) Rivière et Bailhache. De l'influence de la lumière directe sur la composition chimique des fruits. (*Journ. Soc. Nat. Hort. de France;* 4e série, t. IX, p. 627-630, 1908).

(3) Nicolas. (*Loc. cit.*).

En premier lieu, comme l'ont montré Berthelot et André (1), « il n'existe aucune relation entre la dose totale des acides végétaux contenus dans une plante à l'état libre ou combiné, et le titre acidimétrique des jus extraits de ses différentes parties. »

En effet : « les liquides végétaux tendent à être généralement acides ; mais le degré de cette acidité est loin d'offrir la même importance que la proportion totale des acides, parce que les acides contenus dans un végétal s'y trouvent en majeure partie à l'état salin, c'est-à-dire combinés avec des bases en formant des sels solubles avec la potasse et des sels, solubles ou insolubles suivant les acides, avec la chaux C'est donc la dose équivalente des acides végétaux, tant titrés que combinés, qu'il importe surtout de connaître. »

En d'autres termes, la détermination de l'*acidité* d'un tissu végétal ne rend pas compte de sa teneur en *acides organiques ;* cette teneur ne peut être évaluée que par la détermination des acides organiques libres et des acides organiques combinés.

D'autre part, dans le titrage acidimétrique d'un jus végétal, l'alcali employé, soude ou potasse, se combine non seulement aux acides organiques libres, mais encore à divers corps que contiennent souvent les liquides d'épuisement des tissus végétaux : composés phénoliques, tannins, anthocyanes, etc. Les résultats obtenus n'expriment pas alors la quantité d'acides organiques libres contenus dans les tissus, mais se rapportent à un ensemble de corps très différents : acides organiques, composés phénoliques divers, et, en particulier, tannins et anthocyanes. Cette cause d'erreur est donc spécialement grave et rend cette méthode de dosage inutilisable dans des recherches ayant pour but d'étudier précisément les relations qui existent entre la formation des acides organiques et la formation des anthocyanes.

En troisième lieu, pour étudier les relations possibles entre la variation des acides organiques et la formation de l'anthocyane dans un organe donné, il est tout à fait nécessaire de suivre cette variation par une série de plusieurs dosages, au cours de l'apparition progressive de l'anthocyane.

(1) Berthelot et André. Remarques sur la formation des acides chez les végétaux. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIII, page 502, 1901).

C'est l'étude de la variation des acides organiques au cours de la pigmentation anthocyanique, entreprise en tenant compte de l'ensemble des considérations précédentes, qui fait l'objet des recherches dont j'expose ci-dessous les résultats.

Je tiens à adresser à M. le Professeur Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences, mes sincères remerciements pour l'intérêt qu'il a bien voulu accorder à mes recherches.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; que M. le Professeur Gaston Bonnier, Directeur de ces deux Laboratoires, me permette de lui exprimer ma gratitude pour l'hospitalité qu'il m'y a donnée, ainsi que pour la bienveillance qu'il m'a témoignée pendant toute la durée de mes recherches.

J'ai entrepris cette étude sous la direction de M. Raoul Combes, Maître de Conférences à la Sorbonne, je suis heureuse de lui exprimer ici ma sincère reconnaissance pour l'aide bienveillante et les conseils précieux que j'ai toujours trouvés auprès de lui.

Enfin, je remercie vivement M. Meunissier, de la maison Vilmorin-Andrieux, et M. Lesimple, jardinier-chef du Palais de Fontainebleau, des services qu'ils m'ont rendus en me procurant les plantes nécessaires à mon travail.

II. — ESSAIS PRÉLIMINAIRES

A. — Dosage de l'acidité par les méthodes habituelles.

Nous venons de voir que Wiesner, Kraus et Nicolas concluent à une augmentation de l'acidité au cours de la formation des pigments anthocyaniques, tandis que des expériences faites par Astruc et par Rivière et Bailhache conduisent à des déductions opposées ; j'ai voulu, dans une première série d'essais préliminaires, répéter les expériences faites par ces auteurs, en utilisant la technique qu'ils ont adoptée.

Dans ce but, j'ai effectué des dosages comparatifs de l'acidité

chez des organes colorés et non colorés par l'anthocyane, et appartenant, soit à une même plante, soit à deux variétés de la même espèce végétale.

J'ai opéré sur des feuilles vertes et des feuilles rouges d'*Ampelopsis hederacea* et de *Rhus Coriaria*, sur des corolles de la variété violette et de la variété blanche de *Cobæa scandens*, ainsi que sur des fleurs de la variété blanche, de la variété rouge et de la variété violette de Reine-Marguerite. J'ai obtenu les résultats réunis dans le tableau ci-après, ces résultats sont exprimés en mg. d'acide acétique ; (le poids de la substance fraîche et celui de la substance sèche sont exprimés en grammes).

D'après ce tableau, les analyses comparatives d'organes non colorés et colorés par l'anthocyane, *récoltés sur la même plante* (feuilles vertes et feuilles rouges d'*Ampelopsis hederacea* et de *Rhus Coriaria*, boutons non colorés et fleurs colorées de la variété rouge de Reine-Marguerite), montrent que les organes renfermant de l'anthocyane sont tantôt plus acides que les organes non encore colorés (*Rhus Coriaria*), tantôt moins acides (*Ampelopsis hederacea*), tantôt de même acidité (variété rouge de Reine-Marguerite).

D'autre part, les analyses comparatives d'organes non colorés et colorés *provenant de variétés différentes de la même espèce* (variété blanche et variété violette de *Cobæa scandens*, variété blanche, variété rouge et variété violette de Reine-Marguerite), montrent que les organes colorés par l'anthocyane sont tantôt moins riches en acides (*Cobæa scandens*), tantôt de même acidité (Reine-Marguerite) que les organes non colorés.

On voit qu'il existe entre les résultats de ces premières analyses des contradictions analogues à celles qu'on trouve dans la comparaison des résultats publiés par les divers auteurs précédemment cités.

La comparaison de l'acidité, chez des organes non colorés et colorés par l'anthocyane, ne permet donc de tirer aucune déduction au point de vue qui nous occupe ; d'autre part, on a vu qu'elle ne présente pas un grand intérêt, puisqu'elle ne rend pas compte de la différence de richesse des tissus en acides organiques. On verra plus loin si la détermination de la teneur réelle des tissus en acides organiques est susceptible d'éclairer la question.

	Ampelopsis hederacea		*Rhus Coriaria*		*Cobæa scandens*		Reine-Marguerite			
	Feuilles vertes	Feuilles rouges	Feuilles vertes	Feuilles rouges	Corolles de la var. blanche	Corolles de la var. violette	Fleurs de la var. blanche	Boutons incolores de la var. rouge	Fleurs de la var. rouge	Fleurs de la var. violette
Nombre d'organes.....	25 foliol.	25 foliol.	60 foliol.	60 foliol.	15 corol.	15 corol.	» »	» »	» »	» »
Substance fraîche.....	17,270	10,735	9,770	8,720	18,660	21,370	20	8	20	20
Substance sèche.....	5,479	3,138	4,648	3,588	1,749	1,664	3,342	1,604	3,626	3,088
Substance sèche pour 100 gr. de substance fraîche.....	31,72	29,23	47,57	41,14	9,37	7,78	16,71	20,05	18,13	15,44
Acidité en mgr. d'acide acétique....	257,4	132,0	234,0	251,5	59,0	51,6	40,5	16,9	41,8	41,4
Acidité par organe.....	10,3	5,3	3,9	4,2	3,9	3,4	» »	» »	» »	» »
Acidité par gr. de substance fraîche.	14,9	12,3	23,9	28,8	3,6	2,4	2,0	2,1	2,1	2,0
Acidité par gr. de substance sèche..	46,9	42,0	50,3	70,1	33,7	31,0	12,1	10,5	11,5	13,4

B. — Recherche d'une technique permettant de doser les acides organiques libres.

Une deuxième série d'essais préliminaires a eu pour but la recherche d'une méthode permettant de séparer des acides organiques, les anthocyanes et corps voisins, tannins et composés phénoliques, afin qu'il soit ensuite possible de doser les acides organiques libres seuls.

1° *Emploi de la poudre de peau.* — On sait que la peau fixe les tannins et certaines anthocyanes, sinon toutes ; j'avais donc tout d'abord pensé à enlever ces corps des jus végétaux sur lesquels j'opérais au moyen de peau en poudre. Mais pour que ce mode opératoire pût être adopté, il fallait être sûr que la peau ne fixait pas les acides organiques.

J'ai préparé dans ce but une solution aqueuse des acides organiques suivants :

acide succinique	5 g.
acide tartrique	5 g.
acide oxalique	5 g.
acide citrique	5 g.

pour 1000 cc. d'eau distillée. A partir de cette solution à 20 °/₀₀, j'ai préparé une solution à 0,20 °/₀₀ qui m'a servi pour ces expériences et dont j'ai déterminé l'acidité au moyen d'une solution centinormale de soude.

A une quantité déterminée de solution acide, j'ajoutais de la poudre de peau, je laissais en contact pendant 24 heures en agitant de temps en temps, je filtrais et je déterminais à nouveau l'acidité de la liqueur. Les résultats obtenus m'ont montré que la peau fixe les acides organiques dans une proportion notable. Voici, à titre d'indication, les résultats de l'une des expériences effectuées :

10 cc. d'une solution d'acides organiques à $0^{gr},2$ °/₀₀ sont exactement neutralisés par 3 cc. de soude $\frac{N}{100}$ en présence de phénolphtaléine.

On mélange :

Solution d'acides organiques à $0^{gr},2$ °/₀₀	100 cc.
Poudre de peau	1 g.

On agite de temps en temps, on laisse en contact pendant 24 h. et on filtre.

10 cc. de liquide filtré sont exactement neutralisés par 1cc,5 de soude $\frac{N}{100}$.

Il y a donc eu fixation de la moitié des acides organiques par la peau.

D'une façon générale, la quantité d'acides fixés est d'autant plus grande que l'on a employé une proportion plus importante de poudre de peau pour un même volume de solution acide.

Ces essais montrent qu'on ne peut séparer des acides organiques les tannins et composés voisins au moyen de poudre de peau. On peut également en déduire que la méthode bien connue de dosage des tannins par la poudre de peau présente une grave cause d'erreur lorsqu'on l'applique à la détermination des tannins dans un liquide contenant une certaine quantité d'acides organiques, ce qui est le cas de tous les jus végétaux.

2° *Emploi de l'acétate de zinc ammoniacal.* — J'ai ensuite essayé de séparer les substances tanniques au moyen de l'acétate de zinc ammoniacal. Sur une partie des liquides d'épuisement, je titrais l'acidité totale résultant de la présence des acides organiques et des composés tanniques, anthocyaniques, etc.; les résultats étaient exprimés en acide acétique. Dans une autre partie des mêmes liquides, je précipitais les tannins et les substances voisines au moyen d'acétate de zinc ammoniacal, suivant la méthode habituelle indiquée pour le dosage des tannins à l'aide de ce réactif; le précipité était ensuite lavé, dissous dans l'acide sulfurique étendu, et la liqueur obtenue était titrée au moyen d'une solution de permanganate de potassium $\frac{N}{10}$.

Cette méthode permettait bien de séparer les tannins, les anthocyanes et les corps voisins en laissant intacts les acides organiques. Mais il était difficile d'exprimer en acide acétique les résultats obtenus dans le dosage des tannins, comme cela avait été fait pour les résultats obtenus dans le dosage de l'acidité totale. En effet, le rapport entre l'oxydabilité des tannins et leur acidité vis-à-vis des

alcalis est extrêmement variable suivant leur nature. Or, cette manière d'exprimer les résultats aurait été nécessaire pour qu'il fût possible de soustraire l'acidité due aux tannins de l'acidité libre totale, afin d'évaluer l'acidité due aux seuls acides organiques libres.

Des essais d'évaluation de l'acidité des tannins ont été faits par détermination de l'oxyde de zinc formé au cours de la calcination du précipité zincique obtenu ci-dessus. Ces essais n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

3° *Emploi de l'analgésine.* — J'ai également envisagé la possibilité d'employer, pour opérer la précipitation des composés tanniques et anthocyaniques, une application de la méthode de dosage des tannins indiquée par Crouzel (1). Cet auteur précipite les tannins au moyen d'une solution d'analgésine. J'ai opéré quelques essais de la manière suivante :

20 cc. de liquide d'épuisement des tissus végétaux à analyser étaient additionnés de 10 cc. d'une solution d'analgésine au 1 10e (l'analgésine doit être employée en grand excès). Après un quart d'heure de contact, je centrifugeais pendant une demi-heure au moyen d'une centrifugeuse électrique. Après décantation du liquide surnageant, le précipité était lavé à l'eau distillée, puis centrifugé à nouveau : je décantais ensuite l'eau de lavage, qui était réunie au premier liquide recueilli. La solution obtenue devait contenir les acides organiques que renfermait le liquide d'épuisement mis en expérience, les composés phénoliques ayant dû être éliminés par l'analgésine ; le titrage acidimétrique de cette solution devait donc faire connaître l'acidité due aux acides organiques de 20 cc. du liquide d'épuisement étudié.

Mais pour que ce mode opératoire pût être adopté, il fallait s'assurer que l'analgésine précipitait bien la totalité des tannins en solution dans un jus végétal.

Dans ce but, j'ai préparé une solution des acides organiques suivants : acides succinique, malique, tartrique et oxalique. A 100 cc. de cette solution, j'ai ajouté $0^{gr},1$ de tannin à l'éther et j'ai dissous.

(1) Ed. Crouzel. Procédé nouveau de dosage des tannins. (*Annales et Revue de Chimie analytique*, p. 373, 1902).

Avant l'addition de tannin, 10 cc de cette solution d'acides organiques étaient neutralisés par 17 cc. de soude $\frac{N}{100}$.

Après l'addition de tannin, 10 cc. de cette même solution étaient neutralisés par 19cc,5 de soude $\frac{N}{100}$.

J'ai prélevé 10 cc. de cette dernière solution tannique auxquels j'ai ajouté 5 cc. de solution d'analgésine à 10 °/₀ : il s'est formé un précipité abondant. J'ai centrifugé, décanté la liqueur surnageante, lavé le précipité, centrifugé de nouveau et décanté l'eau de lavage comme il vient d'être indiqué.

La liqueur obtenue était alors neutralisée par 18 cc. de soude $\frac{N}{100}$, alors que si tous les tannins avaient été précipités, il aurait suffi de 17 cc.

Il résulte de ces expériences que l'analgésine, quoique employée en grand excès, ne précipite pas la totalité des tannins d'une solution.

D'autre part, j'ai constaté que l'analgésine ne précipite pas certaines anthocyanes, par exemple celles qui colorent les pétales des variétés rose et violette de *Campanula medium*, les pétales de la variété violette de *Cobæa scandens*, etc.

J'ai donc dû renoncer à l'emploi de l'analgésine pour séparer les tannins et anthocyanes des acides organiques.

4° *Emploi de la dialyse.* — J'ai alors pensé à effectuer cette séparation en utilisant le phénomène de dialyse. Les composés tanniques et anthocyaniques ne traversent pas les membranes perméables ou ne les traversent que très lentement et dans certaines conditions ; les acides organiques, au contraire, dialysent rapidement.

Les premières expériences, effectuées sur une solution aqueuse d'acides organiques, m'ont permis de constater qu'une notable partie des acides est fixée par la membrane perméable au cours de la dialyse. J'ai alors entrepris un certain nombre d'expériences en vue de déterminer :

1° Les conditions nécessaires pour qu'une membrane perméable soit imprégnée par les acides organiques d'une solution et ne les retienne plus au cours d'expériences ultérieures.

2° Le temps nécessaire pour que, en opérant avec une membrane préalablement imprégnée d'acides, le liquide contenu dans le dialyseur et le liquide se trouvant à l'extérieur aient la même concentration en acides organiques, c'est-à-dire pour que la dialyse soit terminée.

J'ai employé comme dialyseurs des tubes à dialyse de Schleicher ; je me suis arrêtée au dispositif suivant, qui m'a servi pendant toute la durée de mes recherches : le dialyseur est essentiellement constitué par un tube de verre, dont l'une des extrémités est engagée dans l'ouverture d'un tube de Schleicher ; les deux tubes sont solidement ficelés l'un autour de l'autre de façon que l'adhérence soit parfaite (fig. 1). Cet appareil dialyseur reçoit le liquide acide et son extrémité supérieure ouverte est ensuite obturée par un tampon de coton. Ainsi préparé, il est introduit dans un flacon de verre à large ouverture, contenant de l'eau distillée saturée de chloroforme ; ce flacon est lui-même obturé par un anneau de coton au centre duquel se trouve engagée la partie supérieure, en verre, de l'appareil dialyseur. On dispose cet appareil dans le flacon de façon que les surfaces des liquides interne et externe se trouvent sur un même plan.

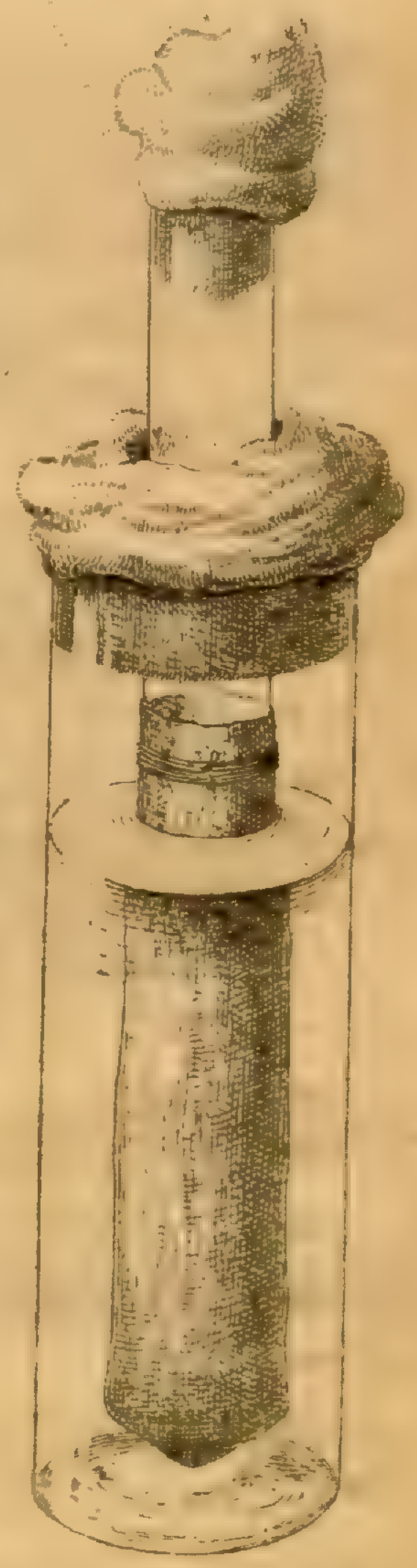


Fig. 1. — Appareil à dialyse.

Plusieurs séries d'essais préliminaires ont été faites de la façon suivante : le dialyseur reçoit 20 cc. d'une solution aqueuse contenant, pour 1000 cc. de liquide, 0gr,50 de chacun des acides organiques suivants : acides succinique, tartrique, oxalique, citrique et malique ; dans le flacon extérieur, on introduit 180 cc. d'eau distillée saturée de chloroforme (le chloroforme est employé ici afin d'éviter le développement de microorganismes) ; 5 appareils semblables numérotés

I, II, III, IV, V sont préparés en même temps et placés à une température comprise entre 5° et 10°.

Après deux jours, on enlève le dialyseur du flacon I, on agite soigneusement le liquide contenu dans le flacon et on en prélève 100 cc. dont on titre l'acidité. Le volume total du liquide contenu dans l'ensemble de l'appareil étant de 200 cc. (180 cc. contenus dans le flacon et 20 cc. contenus dans le tube dialyseur), l'acidité des 100 cc. de liquide prélevé lorsque la dialyse est terminée doit correspondre exactement à la moitié de l'acidité totale, c'est-à-dire à la moitié de l'acidité des 20 cc. de liquide placés dans le tube au début de l'expérience. De la même manière, on arrête l'expérience après quatre jours pour l'appareil II, après six jours pour l'appareil III, après huit jours pour l'appareil IV et après dix jours pour l'appareil V. Le titrage de l'acidité, effectué successivement pour chaque appareil, rend compte de la marche de la dialyse.

Au moment où l'on arrête chaque dialyse, le dialyseur est immédiatement replacé dans les conditions initiales de l'expérience, c'est-à-dire qu'il reçoit 20 cc. de solution acide et est conservé dans 180 cc. d'eau chloroformée; il y reste jusqu'au dixième jour de l'expérience, date à laquelle le dernier appareil est démonté et le dernier titrage acidimétrique effectué. Cette manière d'opérer est adoptée pour que le temps de contact de la membrane perméable et de la solution acide soit le même chez tous les dialyseurs et pour que ces derniers soient comparables entre eux dans une expérience ultérieure.

Deux séries d'expériences, effectuées successivement avec les mêmes dialyseurs et dans les conditions qui viennent d'être indiquées, ont donné les résultats suivants. Chaque série comprend deux expériences, faites avec deux groupes de cinq dialyseurs, numérotés de I à V pour le premier groupe et de I' à V' pour le second.

Les chiffres expriment le nombre de centimètres cubes de solution de soude $\frac{N}{50}$ nécessaires pour saturer la moitié (100 cc.) du liquide total et correspondent par conséquent à la moitié de la solution acide.

	1re SÉRIE D'EXPÉRIENCES	2me SÉRIE D'EXPÉRIENCES
Solution au début de l'expérience..	16,75	16,75
Appareil I (2 jours de dialyse)..	11,2	12,05
— II (4 — — —)..	14,1	15,1
— III (6 — — —)..	13,8	14,9
— IV (8 — — —)..	14,2	15.9
— V (10 — — —)..	13,8	15,7
Appareil I' (2 jours de dialyse)..	11,5	12,7
— II' (4 — — —)..	14,4	15,15
— III' (6 — — —)..	15	15,6
— IV' (8 — — —)..	14,5	15,7
— V' (10 — — —)..	13,9	15,8
Témoin (10 jours sans dialyse).	16,75	16,75

Il ressort de ces tableaux que :

1° A aucun moment, les dosages ne mettent en évidence dans le liquide extérieur la quantité d'acides qui devrait s'y trouver si la dialyse était complète et si les membranes perméables ne fixaient pas d'acides.

2° Pendant la première série d'expériences, où les membranes perméables sont employées pour la première fois, le liquide extérieur s'enrichit peu à peu en acides organiques pendant les huit premiers jours.

Pendant les deux derniers jours, le liquide extérieur s'appauvrit en acides.

Ces faits peuvent s'expliquer de la manière suivante : dans les conditions de l'expérience, deux phénomènes se produisent simultanément : d'une part, le passage des acides organiques à travers la membrane perméable, et d'autre part, la fixation d'une partie des acides organiques par la membrane.

3° Dans la deuxième série d'expériences, faites avec ces mêmes dialyseurs qui ont déjà été employés une première fois, la fixation des acides organiques par la membrane est beaucoup plus faible et à la fin de la dialyse, les acides fixés ne représentent plus que 6 % des acides totaux.

Pour accélérer la fixation des acides organiques par les membranes, on a traité celles-ci de la façon suivante : chacun des dix

dialyseurs précédents, placé dans 180 cc. d'eau chloroformée, a reçu 20 cc. d'une solution d'acides organiques 10 fois plus concentrée que la solution utilisée dans les expériences précédentes ; le contact a été maintenu pendant dix jours, puis chaque dialyseur a été lavé par immersion dans l'eau chloroformée, de façon que la membrane soit complètement débarrassée des traces d'acides non fixés.

Une dernière expérience, effectuée comme les deux premières, a été alors entreprise avec les dialyseurs ainsi traités et a donné les résultats suivants :

	3me SÉRIE D'EXPÉRIENCES
Solution au début de l'expérience.....	16,75
Appareil I (2 jours de dialyse).....	12,2
— II (4 — — —).....	15,5
— III (6 — — —).....	15,6
— IV (8 — — —).....	16,2
— V (10 — — —).....	16,3
Appareil I′ (2 jours de dialyse).....	12,3
— II′ (4 — — —).....	15,6
— III′ (6 — — —).....	16,1
— IV′ (8 — — —).....	16,3
— V′ (10 — — —).....	16,5
Témoin (10 jours sans dialyse).....	16,75

Dans ces conditions, on observe que les membranes perméables ainsi traitées ne fixent plus d'acides organiques d'une manière appréciable.

Le coefficient d'erreur calculé d'après les chiffres précédents est de 2,6 % pour le dialyseur V et de 1,4 % pour le dialyseur V′ ; les essais effectués sur tous les dialyseurs dont je me suis servie ont montré que ce coefficient d'erreur est compris entre 1 % et 3 %.

Ces expériences montrent également qu'un laps de temps de dix jours est nécessaire pour que la dialyse soit terminée, c'est à-dire pour que le liquide extérieur au dialyseur ait la même concentration en acides organiques que le liquide interne.

Avant d'utiliser ces dialyseurs dans les recherches relatives aux acides végétaux, j'ai soumis chacun d'eux à une dialyse d'essai et

j'ai constaté pour chacun qu'après dix jours la dialyse était terminée.

Enfin, j'ai d'autre part constaté que ces mêmes membranes, mises en présence de solutions d'acides moins concentrées ou même d'eau distillée, ne cèdent pas les acides qu'elles ont adsorbés.

Voici, à titre d'exemple, les résultats de dosages effectués sur des liquides d'épuisement de feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*. Sur ces liquides, on a procédé d'abord au dosage de l'acidité libre avant dialyse (ce qui correspond au dosage de l'ensemble des acides organiques libres et de tous les corps susceptibles de se combiner à la soude : tannins, anthocyanes, etc.) ; ensuite on a effectué le dosage de l'acidité libre après dialyse, ce dernier dosage ne concernant que les acides organiques libres. Les dosages ont porté sur 10 cc. de liquide d'épuisement et ont été effectués au moyen d'une solution de soude $\frac{N}{50}$.

	AVANT DIALYSE	APRÈS DIALYSE
Liquide d'épuisement de feuilles vertes.	11,8	9,2
Liquide d'épuisement de feuilles en voie de rougissement.....	10,3	8,5
Liquide d'épuisement de feuilles complètement rouges.....	7,7	5,9

C. — Épuisement des organes par l'eau.

La plupart des chercheurs qui se sont occupés de l'acidité végétale effectuaient généralement l'épuisement des tissus par l'eau distillée au bain-marie, à une température de 80°-90°. J'ai fait quelques essais en vue de savoir si un traitement à une température un peu plus élevée, à 105°, par exemple, ne détruisait pas les acides. Si cette température pouvait être employée, elle aurait l'avantage de stériliser les liquides pendant l'épuisement et permettrait ainsi leur conservation pendant un temps assez long ; cet avantage n'est pas négligeable lorsqu'on veut faire des recherches comparées sur un grand nombre d'organes qu'on ne peut analyser immédiatement.

Voici quelques exemples de dosages portant sur des liquides d'épuisement obtenus à partir d'organes semblables, mais ayant été

effectués les uns au bain-marie à 80°-90°, les autres à l'autoclave à 105°, pendant une demi-heure.

Les chiffres expriment en milligrammes d'acide acétique l'acidité des liquides, rapportée à un gramme de substance sèche épuisée.

	BAIN-MARIE 80° — 90°	AUTOCLAVE 105°
Liquide d'épuisement de feuilles vertes d'*Ampelopsis tricuspidata*.....	30,5	29,2
Liquide d'épuisement de feuilles rouges d'*Ampelopsis tricuspidata*	36,8	35,0
Liquide d'épuisement de corolles violettes de *Cobæa scandens*.....	20,5	21,5

Les résultats obtenus par les deux méthodes d'épuisement n'offrent que des différences très faibles et d'ailleurs de sens contraires suivant les organes traités. Ces faibles différences peuvent être considérées comme exprimant des variations individuelles de l'acidité des organes.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, j'ai adopté la méthode d'épuisement par chauffage à l'autoclave à 105° pendant une demi-heure.

III. — TECHNIQUE

Aussitôt après leur récolte, les organes à analyser sont divisés en deux lots égaux : l'un destiné au dosage des acides libres, l'autre au calcul du poids sec et au dosage des acides organiques combinés.

A. — Traitement du premier lot.

1° *Épuisement des organes*. — Dans toutes ces recherches, l'épuisement des tissus végétaux par l'eau a été effectué de la façon suivante :

Les organes sont pesés à l'état frais, broyés au mortier en une pâte fine et additionnés d'une quantité connue d'eau distillée : le mélange est ensuite porté à l'autoclave à une température de 105° pendant 30 minutes ; lors de l'utilisation, le produit est jeté sur

une mousseline, on exprime la pulpe et on complète à 100 cc. en lavant avec de l'eau distillée ; le liquide obtenu est ensuite filtré et c'est ce filtrat qu'on analyse.

2° *Détermination du degré d'acidité.* — 20 cc. du liquide d'épuisement sont additionnés de 180 cc. d'eau distillée chloroformée. L'eau chloroformée, devant être utilisée dans le dosage des acides organiques libres après dialyse, je l'ai également employée dans la détermination du degré d'acidité, afin que les deux dosages soient comparables entre eux. On agite soigneusement et on divise les 200 cc. obtenus en deux parties égales, que l'on titre séparément, un titrage vérifiant l'autre, au moyen d'une solution de soude $\frac{N}{50}$ en présence de phénolphtaléine.

Chaque résultat se rapporte à 10 cc. du liquide d'épuisement étudié, il est alors facile de calculer l'acidité de la totalité du liquide d'épuisement, qui est de 100 cc., c'est-à-dire l'acidité de l'ensemble des organes épuisés.

J'ai exprimé cette acidité en milligrammes d'acide acétique et rapporté les résultats : 1° à un gramme de substance fraîche ; 2° à un gramme de substance sèche ; 3° à un organe.

3° *Dosage des acides organiques libres.* — Deux dialyseurs, préparés ainsi qu'il a été dit plus haut, reçoivent chacun 20 cc. de liquide d'épuisement et sont plongés chacun dans un flacon contenant 180 cc. d'eau distillée chloroformée. Après dix jours, la dialyse étant terminée, on prélève dans chaque flacon 100 cc. de liquide qui doivent contenir la moitié des acides organiques libres de l'ensemble de la solution, c'est-à-dire les acides organiques libres contenus dans 10 cc. de liquide d'épuisement ; on effectue chaque dosage au moyen de soude $\frac{N}{50}$ en présence de phénolphtaléine.

On a également ici deux résultats se vérifiant l'un l'autre ; ces résultats sont exprimés en acide acétique et calculés par rapport à un gramme de substance fraîche, à un gramme de substance sèche et à un organe.

B. — Traitement du deuxième lot.

1° *Détermination de la substance sèche.* — Les organes à étudier sont pesés à l'état frais, divisés en petits fragments, placés dans un flacon à tare et portés à l'étuve où ils sont maintenus entre 100° et 105° pendant 48 heures. On pèse ensuite et on obtient le poids de substance sèche contenue dans une quantité connue de substance fraiche. Cette donnée, qui doit servir à calculer la quantité d'acides organiques combinés contenus dans un gramme de substance sèche, est utilisée d'autre part dans la détermination de la teneur de la substance sèche du premier lot en acides organiques libres.

2° *Dosage des acides organiques combinés.* — Le dosage des acides organiques combinés devrait comprendre la détermination de la teneur des tissus en acides organiques existant sous leurs différentes formes de combinaison. Il engloberait alors l'étude des sels à acides organiques et l'étude des éthers, dont certains groupes sont abondamment répandus chez les végétaux, les corps gras par exemple.

Les auteurs qui ont effectué des recherches sur les acides des végétaux et qui ne se sont pas limités aux acides libres, ne se sont généralement occupés, parmi les acides combinés, que de ceux qui se trouvent dans les tissus sous forme de sels. J'ai également limité mes recherches actuelles à ce groupe de corps, me réservant de les étendre ultérieurement aux autres formes de combinaison des acides organiques.

La méthode de détermination des acides organiques combinés que j'ai adoptée est celle qui a été employée dans les travaux antérieurs :

Les tissus secs, obtenus ainsi qu'il vient d'être dit, sont introduits dans un creuset et portés au rouge sombre dans un four à moufle. La cendre obtenue est additionnée d'une quantité connue d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$ et chauffée légèrement. Les combinaisons salines des acides organiques ayant été détruites pendant la calcination, les bases libérées se combinent alors à une partie de l'acide sulfurique ajouté ; il suffit ensuite de doser, au moyen de soude $\frac{N}{10}$, l'acide sulfurique resté libre. pour connaitre la quantité d'acide sulfurique

qui est entrée en combinaison. Cette quantité correspond précisément aux acides organiques qui, avant la calcination, se trouvaient en combinaison saline dans les tissus.

Les résultats obtenus, exprimés en milligrammes d'acide acétique, ont été rapportés à un gramme de substance fraîche, à un gramme de substance sèche et à un organe.

(A suivre)

OBTENTION
D'UNE ESPÈCE NOUVELLE D'ASPHODÈLE
PAR L'ACTION DU CLIMAT MARIN

par M. Lucien DANIEL

(suite)

Au voisinage de l'ovaire, qu'ils entourent étroitement, ils présentent une sorte d'étranglement qui, sur la fleur non encore épanouie, se traduit par un sillon circulaire (fig. 5 et 6). A cet endroit existe une charnière formée par des cellules spéciales qui jouent un grand rôle dans l'ouverture brusque des sépales et des pétales à la suite de variations particulières de leur turgescence

Fig. 4. — Fleur d'*Asphodelus luteus* sur le point de s'ouvrir.

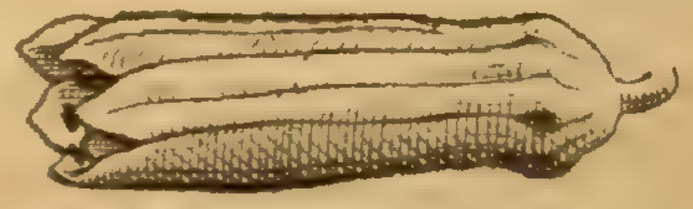


Fig 5. — Fleur d'*Asphodelus luteus* s'ouvrant en grelot à son sommet, vue de profil.

Il y a six étamines, dont trois petites et trois grandes. Ce caractère est spécifique ; toutes les autres espèces du genre *Asphodelus* ont des étamines égales. Ces six étamines sont situées sur deux verticilles alternes ; les petites sont oppositisépales : deux d'entre elles sont situées latéralement à la partie supérieure de la fleur et la troisième est placée directement au-dessus du sépale inférieur dans l'axe de symétrie de la fleur passant par l'axe de l'inflorescence et la bractée. Les longues sont oppositipétales ; il y en a deux

latérales inférieures et une supérieure située dans l'axe de la fleur, au-dessous du pétale impair (fig. 3).

Les filets des petites étamines sont plus étroits que ceux des grandes et leurs anthères sont plus petites ; les dimensions de celles-ci sont de 3 mm. de longueur sur 1 mm. de largeur quand les anthères des étamines longues ont 5 mm. de long sur 1,5 mm. de large.

A la base, chaque filet s'élargit en une spatule papilleuse concave, plus large chez les étamines courtes. L'ensemble de ces spatules forme un dôme complètement clos dans lequel est abrité l'ovaire, très vert bien qu'il soit entièrement soustrait à l'action de la lumière directe (1). Les filets des étamines présentent ainsi un étranglement comparable à celui du périanthe, avec cellules à turgescence variable et productrices de mouvements propres.

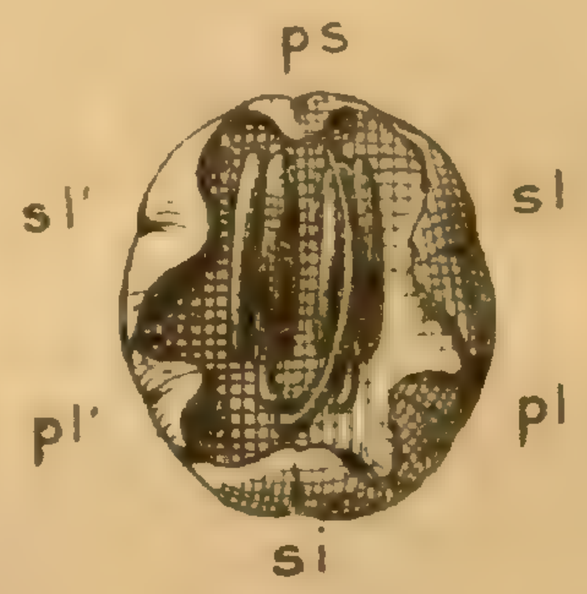


Fig. 6. — Fleur d'*Asphodelus luteus* en grelot, vue de face : *ps*, pétale supérieur ; *pl*, pétale latéral gauche ; *pl'*, pétale latéral droit ; *si*, sépale inférieur ; *sl* et *sl'*, sépales latéraux gauche et droit.

Le style est unique et, d'après les Flores, il se termine par un stigmate simple et non trifide comme chez les autres espèces du genre Asphodèle. Sa couleur est jaune pâle comme celle des filets des étamines. Les anthères, de couleur jaune brunâtre dans la fleur fermée, deviennent d'un brun de plus en plus foncé à l'air et sont presque noires après leur déhiscence. Elles rentrent dans la catégorie des organes dont le pigment s'accentue sous l'action de la lumière.

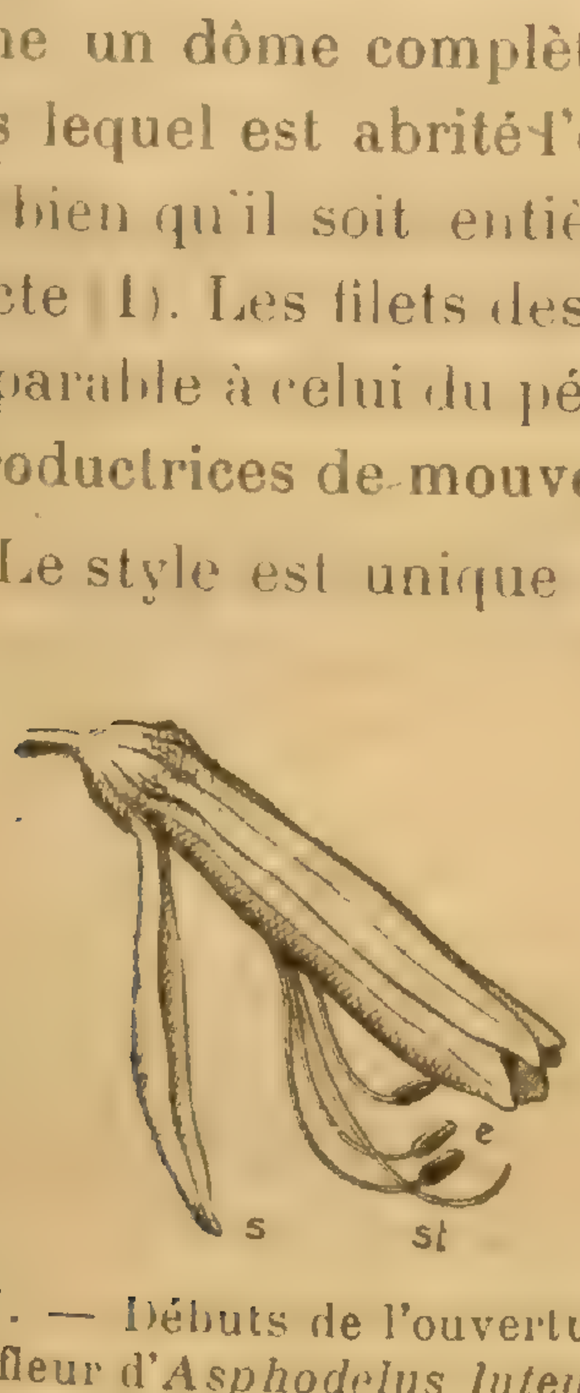


Fig. 7. — Débuts de l'ouverture de la fleur d'*Asphodelus luteus*. Le sépale inférieur *s* se sépare sous la pression des étamines *e* et du style *st*.

Quand on dissèque une fleur sur le point de s'ouvrir, on constate que le style, les filets des étamines et les anthères introrses sont

(1) Ce fait n'a rien de surprenant, car l'on sait que certaines Liliacées peuvent former de la chlorophylle à l'obscurité.

appliqués étroitement les uns sur les autres en direction rectiligne et parallèle aux pièces du périanthe. Chaque anthère n'est cependant pas placée directement dans le prolongement du filet ; elle s'insère perpendiculairement, à la face dorsale, sur le connectif vers le tiers inférieur de sa longueur, à la façon des anthères oscillantes des fleurs anémophiles.

L'ovaire est à trois loges. Si l'on établit le diagramme ou la formule florale de l'*Asphodelus luteus*, on trouve donc le type fondamental des Liliacées (fig. 3).

C'est seulement lorsque la fleur s'ouvre que le style et les filets

Fig. 8. — Fleur d'*Asphodelus luteus* dont le sépale inférieur *s* est perpendiculaire à l'axe de la fleur.

Fig. 9. — Ouverture d'une fleur d'*Asphodelus luteus* en deux groupes inégaux de pièces (2 et 4).

des étamines primitivement rectilignes se recourbent, tantôt rapidement, tantôt avec lenteur, prennent des dispositions variées et finissent par s'écarter les uns des autres. Dès le début, les anthères se redressent en direction verticale, perpendiculairement à leur filet, chez les étamines longues (fig. 7). Plus tard, chacune prendra, chez la fleur ouverte, une position particulière. L'anthère de l'étamine longue impaire s'étale horizontalement de façon à présenter sa face supérieure à la lumière. Celles des deux étamines latérales se placent obliquement, de telle sorte qu'elles reçoivent la lumière par leur face inférieure.

Chez les étamines courtes, les trois anthères sont tournées dans le même sens, à la façon des anthères des étamines longues latérales.

Les mouvements des filets des étamines sont variés et curieux ; mais c'est surtout la manière dont s'effectue la courbure et la disposition des étamines longues qui est intéressante. Les trois filets se courbent dans le même sens, de haut en bas, en défense de mammouth. Mais tandis que les filets des étamines longues latérales peuvent se courber librement sans rencontrer d'obstacle sur leur chemin et se replier de haut en bas sur leur charnière basilaire, le

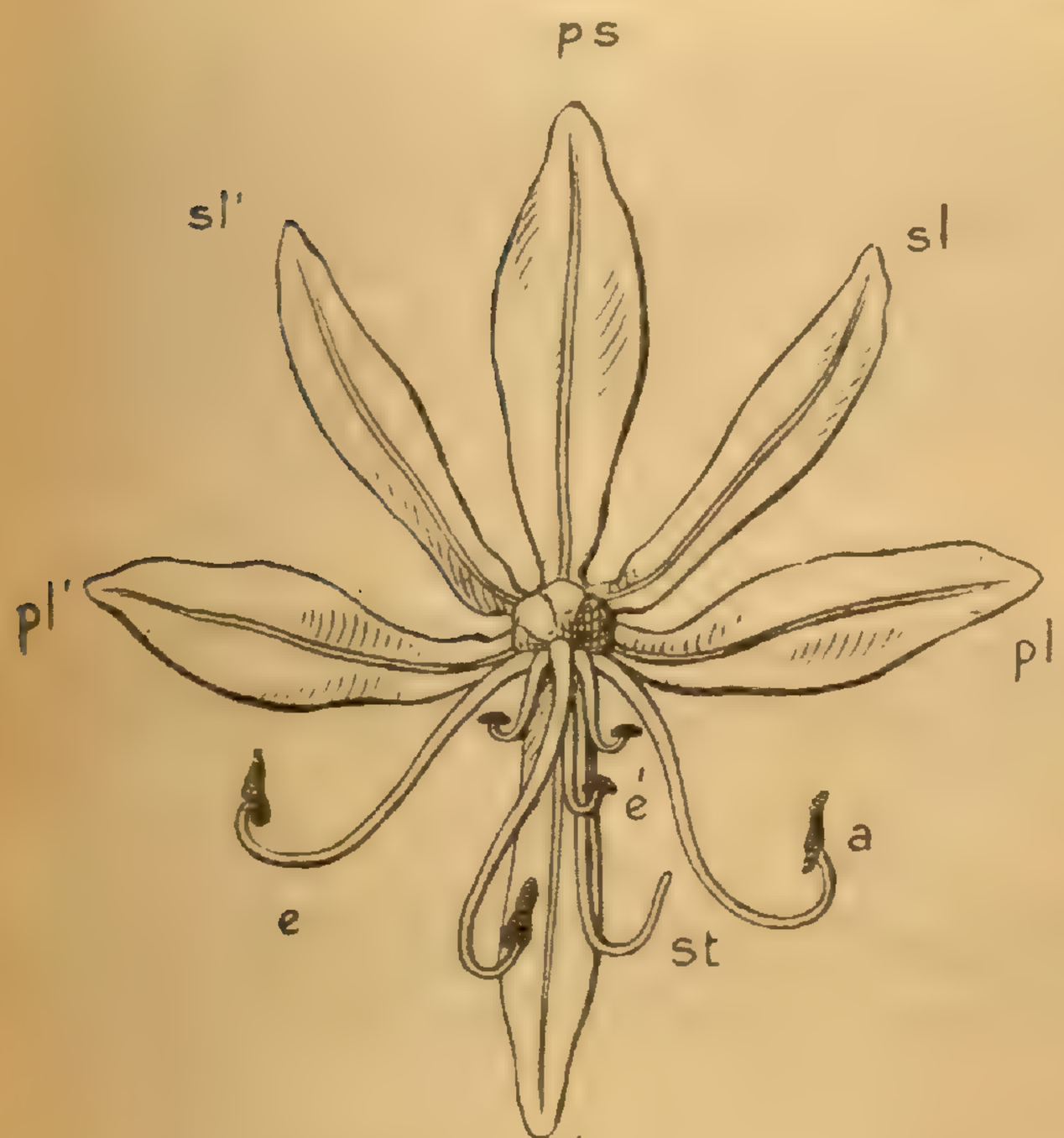


Fig. 10. — Fleur ouverte d'*Asphodelus luteus*, vue de face.

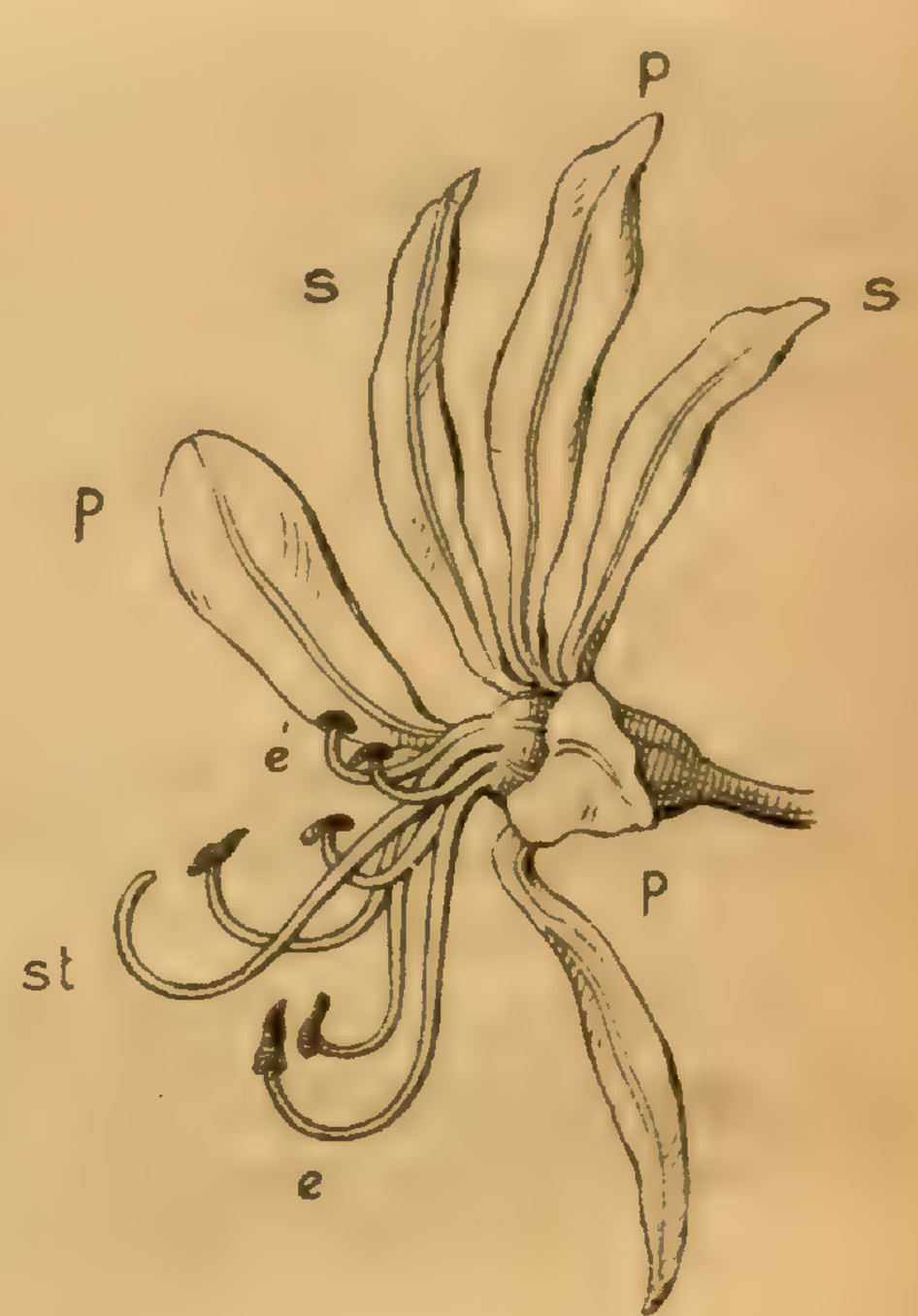


Fig. 11. — Fleur ouverte d'*Asphodelus luteus*, vue de profil.

filet de l'étamine longue supérieure, pour suivre cette direction, rencontre l'ovaire sur son chemin et sa base arrondie se replie sur lui de haut en bas. Il résulte de ce détour que la courbure du filet de l'étamine longue supérieure paraît plus étroite, que le filet semble plus court et que l'anthère se place en arrière des deux autres. En réalité les trois filets ont la même longueur.

Les mouvements et les courbures des filets des étamines courtes, disposées en alternance avec les étamines longues, sont semblables pour les trois étamines, car chez aucune d'elles le filet ne rencontre l'ovaire sur son chemin en se recourbant du haut en bas, puisque l'étamine impaire est placée directement au-dessous de lui.

Quand les mouvements sont achevés, les étamines sont déjetées-ascendantes (fig. 10 et 11), caractère spécifique important de l'*Asphodelus luteus*, toutes les autres espèces du genre ayant leurs étamines dressées-conniventes.

Lorsque la fleur est sur le point de s'ouvrir, elle présente la forme d'un cylindre terminé à ses deux extrémités par un cône (fig. 4 . A. la base se voit la gouttière circulaire déterminée par la courbure et le rétrécissement des sépales, des pétales et des étamines, disposition qui, tout en servant à l'ouverture automatique des pièces florales, assure la protection de l'ovaire.

A la surface du cylindre se détachent les six nervures vertes, car les sépales ne recouvrent les pétales que jusqu'au voisinage de leur nervure qui reste en entier apparente.

Examinons maintenant les divers mécanismes de l'ouverture mécanique de la fleur.

Quand celle-ci est prête à s'ouvrir, le style et les filets des grandes étamines deviennent plus turgescents et subissent une courbure en demi-cercle qui abaisse leur milieu vers le sol et relève leur sommet vers le zénith. Bientôt les anthères, horizontales dans la fleur fermée, se redressent en formant un angle droit avec leur filet ; de concert avec la pointe du style qui suit leur mouvement, elles pressent sur le pétale antérieur *pa* et les deux sépales latéraux voisins *sl* et *sl'* contre lesquels elles s'appuient. En sens inverse, les parties courbes du style et des filets des étamines longues pressent fortement sur le sépale inférieur *si* et quelquefois sur les pétales latéraux *pl* et *pl'*.

Toutes les pièces du périanthe adhèrent entre elles par leurs sommets et leurs bords à l'aide d'une substance gluante qui colle aux doigts quand on touche à la fleur et qui se dessèche et se résorbe progressivement. L'adhérence du sommet est vaincue la première par la pression des organes sexuels et l'extrémité du périanthe s'ouvre en forme de grelot, à bords étoilés (fig. 5 et 6).

La dessiccation et la résorption de la matière gluante continuent à s'effectuer ; l'adhérence latérale des pièces du périanthe va en diminuant pendant qu'augmentent la courbure et la pression médiane des filets et du style. L'ouverture en grelot s'agrandit progressivement sans qu'aucune des pièces se sépare encore. Dans les cas normaux, quand le milieu extérieur est favorable, la pression

augmente rapidement et s'exerce surtout sur le sépale inférieur *si*, quand celui-ci est situé rigoureusement dans l'axe de symétrie de la fleur.

A un moment donné, cette pression devient assez élevée pour vaincre l'adhérence qui maintenait le sépale inférieur *si* collé aux pétales voisins *pl* et *pl'*. Alors le sépale *si* se détache brusquement comme s'il était mû par un ressort ; il prend une direction d'abord oblique (fig. 7), puis perpendiculaire à l'axe (fig. 8).

En même temps, le style et les filets des grandes étamines sortent à l'extérieur et se courbent de plus en plus ; les filets tournent autour du sommet de la spatule comme autour d'une charnière. Les spatules des filets ne se séparent pas les unes des autres ; comme elles se recouvrent étroitement, du fait que celles des petites étamines sont plus larges, l'ovaire reste, pendant toute la durée de l'épanouissement de la fleur, entièrement soustrait par elles à l'action desséchante du milieu extérieur.

La pression des parties courbes du style et des étamines contribue pendant un certain temps encore à faire s'étaler le reste du périanthe dont les pièces sont restées soudées, mais ce sont surtout les étamines courtes qui, pressant sur les cinq pièces encore accollées, **les font s'étaler à leur tour.**

La manière dont se fait l'ouverture de ces cinq pièces est fort variable ; elle a lieu au bout de temps différents suivant les fleurs et le moment de la journée où la fleur s'épanouit. Quand le soleil est ardent et la température élevée, les pièces peuvent se séparer simultanément et brusquement, à la façon du sépale inférieur *si*. **Alors l'ouverture dure trois ou quatre minutes au plus.**

Il est rare cependant qu'il y ait un épanouissement aussi brusque et aussi rapide. Quand la température est plus basse et quand le temps est sombre, l'ouverture des cinq dernières pièces florales se fait par tranches successives de 2 et 3 ou de 2, 2 et 1 pièces. Les tranches elles-mêmes se séparent en des temps et à des moments différents. Les mouvements restent brusques, mais les déclanchements sont plus lents et plus espacés. Quelquefois il s'écoule plus de deux heures entre un déclanchement et celui qui suit.

Quand l'ouverture successive des pièces débute par un sépale, ce n'est pas toujours le sépale inférieur *si* qui s'étale le premier. Il peut se faire que ce soit l'un ou l'autre des sépales latéraux *sl* ou *sl'* qui se

détache d'abord. Dans ces cas, l'ouverture des cinq pièces qui restent se fait comme précédemment, ou brusquement en entier ou bien successivement et par tranches.

Très souvent, surtout par les temps un peu frais, l'ouverture de la fleur commence par un partage du périanthe en deux groupes inégaux, l'un formé de deux pièces, dont un sépale et un pétale, et l'autre, des quatre pièces voisines (fig. 9). Au début les deux pièces du premier groupe sont soudées, mais elles peuvent se détacher vite ou rester assez longtemps réunies. En général, les quatre pièces du second groupe se séparent après les premières et le font plus lentement.

Souvent le premier groupe est formé par le sépale inférieur *si* et l'un des pétales latéraux *pl* ou *pl'*. Il peut arriver qu'il soit formé par l'un des sépales latéraux *sl* ou *sl'* réuni au pétale supérieur *ps*. Il n'y a pas de fixité absolue ni de relation nette entre ces modes qui sont fonction de la direction de la poussée exercée par les anthères, le style et les filets des étamines et de la turgescence particulière de ces organes. La résultante finale de ces forces est fatalement variable, d'où les différences que je viens de décrire dans les modes d'épanouissement.

D'autre part, il suffit que la symétrie de position des organes sexuels normalement régulière subisse des déviations pour que varie la direction des pressions exercées par chacun d'eux ; de même une légère asymétrie des pièces du périanthe aura un résultat analogue, même si la symétrie des organes sexuels n'est pas troublée. Dans ces conditions, la pression de ceux-ci s'exerce, non plus directement sur le milieu du sépale inférieur *si* par exemple, mais sur l'un de ses bords ; de là, séparation sur un côté seulement de ce sépale et formation d'une fente où pénètrent les étamines longues et le pistil dont les pressions sont ainsi presque annihilées.

Dans ce système d'ouverture, ce sont les étamines courtes qui jouent désormais le rôle le plus important et qui déterminent l'épanouissement complet selon l'un des modes précédemment décrits et au bout d'un temps variable suivant le moment de la journée où se fait la floraison et suivant la turgescence particulière des organes de la fleur.

On remarque aussi des déviations d'ordres divers à la suite de la

piqûre d'insectes ou d'à-coups de végétation qui atteignent inégalement les pièces florales différemment orientées.

En un mot, que l'asymétrie provienne de causes internes ou externes, elle a pour résultat des anomalies d'épanouissement. Ces anomalies ne sont d'ailleurs pas très fréquentes à Rennes ; mais il en est tout autrement des différences dans la durée d'épanouissement des diverses fleurs (1). On s'en fera une idée par les chiffres suivants relevés dans une même journée, le 24 mai 1918, et qui correspondent à 20 fleurs qui s'épanouirent de 9 h. 15 à 13 heures par un beau temps :

La 1re fleur s'ouvrit en 46 minutes ; la 2e, en 36' ; la 3e, en 3' ;la 4e, en 34' ; la 5e, en 2' ; la 6e, en 27' ; la 7e, en 16' ; la 8e, en 5' ; la 9e, en 1' ; la 10e, en 3' ; la 11e, en 2' ; la 12e, en 10' ; la 13e, en 15' ; la 14e, en une demi-minute ; le 15e, en 5' ; la 16e, en 5' ; la 17e, en 6' ; la 18e, en 1' ; la 19e, en 7' ; la 20e, en 16'.

Je pourrais donner ici d'autres chiffres, choisis parmi les nombreuses observations que j'ai faites pendant trois années ; ils montreraient comme ceux que je viens de donner l'énorme variété des temps mis par les diverses fleurs à s'épanouir complètement. Cela démontre que si le milieu extérieur joue un rôle important, puisque les fleurs s'ouvrent souvent plus vite par les températures élevées et par un soleil ardent, il n'intervient pas seul dans le phénomène, sans quoi il y aurait un rapport constant entre la durée de l'épanouissement, la lumière et la chaleur. Or, ce n'est jamais le cas, d'une façon absolue.

J'ai, en effet, bien des fois remarqué que deux fleurs, prises sur des couronnes différentes peuvent commencer à s'ouvrir au même moment sans pour cela s'épanouir dans des temps égaux. Le milieu interne a donc, lui aussi, un rôle important.

En présence de facteurs de variation aussi nombreux, il ne faut pas s'étonner de voir la multiplicité des temps et des procédés d'ouverture des fleurs dans des couronnes différentes, dans une même couronne ou même des pièces chez une fleur donnée. En effet, non seulement le nombre des couronnes peut changer suivant les jours, mais dans chacune d'elles il se forme un nombre différent de

(1) Il ne faut pas confondre la durée d'épanouissement de chaque fleur avec la durée d'épanouissement des couronnes successives qui a été étudiée précédemment.

fleurs qui, n'ayant pas le même âge, rencontrent au moment de leur épanouissement des conditions de milieu extérieur particulières, la météorologie de chaque heure de la journée se modifiant obligatoirement, même par beau temps et retentissant plus ou moins vite sur le milieu interne de chaque organe.

Si le temps est mauvais, les modalités de l'épanouissement sont encore plus variables. Les pluies retardent l'ouverture des pièces florales : si elles persistent pendant plusieurs jours, les fleurs finissent par ne plus s'ouvrir, mais elles se liquéfient cependant aux heures habituelles.

Si la fleur s'ouvre, quel que soit son mode d'ouverture, elle finit par prendre la disposition finale que représentent les figures 10 et 11. Chaque pièce du périanthe est recourbée en arrière, mais c'est toujours le sépale inférieur *si* qui présente la plus grande courbure (fig. 11).

La durée de la fleur de l'*Asphodelus luteus* est courte ; elle est, à Rennes, de 12 à 14 heures au plus ; c'est donc une fleur éphémère. Les fleurs les premières ouvertes se liquéfient presque à la même heure que les fleurs les dernières épanouies ; elles durent par conséquent un peu plus longtemps.

Quand le moment du ramollissement des pièces florales est venu, celles-ci se replient en sens inverse des mouvements d'ouverture ; elles se rapprochent en comprimant étamines et pistil qui reprennent leur direction primitive. Elles se liquéfient ensuite plus ou moins vite (1). C'est le style qui persiste turgescent le plus longtemps ; son extrémité maintient le périanthe un peu ouvert au sommet. La liquéfaction commence de 8 à 10 heures le soir et se continue jusqu'au matin. Les pièces sont alors gluantes à nouveau, et elles adhèrent à tout ce qui les touche accidentellement. En les pressant légèrement, il en sort une matière jaune, liquide mais épaisse.

Si, le lendemain, la température et l'éclairement sont suffisants, la dessiccation s'effectue assez vite ; finalement le périanthe sec s'enroule plus ou moins en spirale ; il se détachera ultérieurement, au bout d'un temps variable, en mettant à nu l'ovaire fécondé qui a rapidement grossi. Lorsque la fécondation ne s'est pas opérée, la fleur

(1) Ce phénomène de liquéfaction des fleurs n'est pas spécial à l'*Asphodelus luteus*, bien qu'il soit peu commun ; on le rencontre aussi chez l'*Œnothera*.

entière tombe et se détache vers le milieu de son pédoncule en laissant un chicot décoloré qui noircit ensuite et persiste plus ou moins longtemps au bas de l'axe secondaire dont la bractée a disparu de bonne heure.

Tant que ces chicots persistent, il suffit de les compter pour évaluer le nombre des fleurs qui se sont formées sur l'axe qui les porte. Mais ce moyen n'est pas très sûr, car des chicots peuvent disparaître prématurément.

c) *Déhiscence des anthères.* — La facilité relative de la fécondation est, comme l'épanouissement, fonction des milieux interne et externe, bien que celui-ci soit prépondérant dans la déhiscence des anthères. Par la pluie, la déhiscence n'a pas lieu dans la majorité des cas et la fécondation n'a dès lors aucune chance de s'effectuer. Les fleurs qui naissent et s'épanouissent dans des périodes chaudes et ensoleillées ont des anthères qui s'ouvrent rapidement en général, par une fente longitudinale, et donnent du pollen de bonne qualité. Le stigmate, non lavé par les pluies, le retient facilement et la germination se fait dans les meilleures conditions, ainsi que la fécondation.

Le milieu interne jouant un rôle fondamental dans la turgescence, cause de l'épanouissement, l'ouverture de la fleur ne dépend pas seulement des conditions qu'elle rencontre à ce moment, mais aussi des conditions atmosphériques des jours précédents, qui contribuent à l'établissement de cette turgescence. Il résulte de là que la déhiscence des anthères est fonction de facteurs tantôt concordants, tantôt discordants. Aussi y a-t-il d'assez grandes différences dans les temps qui s'écoulent entre la sortie des anthères à l'air libre et leur déhiscence suivant les fleurs et les jours. Les chiffres suivants, pris au hasard parmi un grand nombre d'observations faites pendant trois années successives sur ce point, sont très démonstratifs à cet égard.

Le 22 mai 1918, par une journée superbe, la première couronne d'une des inflorescences d'*Asphodelus luteus* avait 14 fleurs bien ouvertes à 7 heures 30 du matin. Ces fleurs s'étaient rapidement épanouies. La déhiscence des anthères commença par les étamines longues et se fit en quelques minutes, à 8 heures 45. En moyenne, il s'écoula donc 1 heure 30 entre la sortie de l'anthère au soleil et sa déhiscence.

Plus tard, à 10 heures 45, la seconde couronne s'épanouit à son tour et fournit 10 fleurs. Chez celles-ci, la déhiscence des anthères eut lieu à 11 heure 10, c'est-à-dire après 25 minutes seulement d'exposition à l'air. La température étant plus élevée à ce moment, l'abréviation de la durée est facile à comprendre.

Or le lendemain 23 mai, le temps resta beau mais plus froid ; le thermomètre marquait 10° le matin à la place des 18° de la veille. L'ouverture des fleurs commença seulement à 10 heures 4 pour la première couronne et dura plus du double du jour précédent. Vers 11 heures, la chaleur se fit sentir à nouveau et le thermomètre marqua 20°. Les anthères s'ouvrirent alors presque simultanément dans toutes les fleurs épanouies, bien que l'épanouissement se fût fait à des heures différentes. Cela montre bien que le facteur température l'emporte sur l'âge de la fleur quant à la déhiscence et cela se conçoit facilement, étant donnée la nature physique du phénomène.

Si la déhiscence est rapide par les journées chaudes et ensoleillées, il n'en est plus de même lorsque le temps devient sombre et froid. Il peut s'écouler plusieurs heures entre le moment de la sortie des anthères et celui de leur ouverture.

La déhiscence commence, au soleil, par les étamines longues qui sont en général les premières atteintes par les radiations calorifiques et lumineuses. C'est souvent l'étamine longue supérieure, dont l'anthère a sa face supérieure, où se produit la fente, tournée vers l'éclairement maximum, qui met la première son pollen en liberté. Les anthères des étamines longues latérales qui se placent obliquement sur leur filet qui subit une torsion particulière, s'ouvrent plus lentement, car la lumière leur arrive par leur face inférieure qui ne se fend pas. Il en est de même pour les étamines courtes dont le filet subit une torsion comparable à celle des étamines longues latérales.

Quand le temps est sombre, les anthères, quelle que soit leur position, reçoivent sensiblement les mêmes radiations caloritiques et lumineuses. Dans ces conditions, la déhiscence est simultanée pour les anthères d'une même fleur ; cependant, quelquefois elle commence par les étamines courtes.

d. *Durée et valeur de la floraison totale.* — La floraison varie chaque jour à la fois comme durée et comme nombre de fleurs épa-

nouies ; il en est de même pour la durée de floraison des inflorescences dans une année donnée ou dans des années successives, comme aussi pour la valeur et la durée de la floraison d'un même pied suivant les années. L'*Asphodelus luteus* se comporte sous ce rapport à la façon de beaucoup d'autres plantes indigènes ou importées (1).

On s'en fera une idée en compulsant les chiffres suivants qui indiquent le nombre des fleurs épanouies sur le pied d'Asphodèle cultivé à Rennes pendant les années 1918, 1919 et 1920.

En 1918, les premières fleurs apparurent le 19 avril et les dernières, le 6 juin. Les nombres de fleurs épanouies chaque jour pendant les 49 jours de floraison furent les suivants :

2, 3, *0*, *0*, *0*, *0*, *3*, *5*, *0*. *1*, *0*, 5, 6, 8, 6, 7, 7, 21, 16, 18, 15, 20, 18, 11, 21, 17, 20, 22, 14, 23, 25, *34*, *37*, *42*, *60*, *55*, *61*, **69**, *33*, 24, 27, 30, 31, 20, 15, 12, 14, 5 et 2. Total : 902 fleurs. Maximun, 38e jour.

Le maximum de floraison, nettement tranché, eut lieu pendant une période de beau temps, du 20 au 27 mai ; le minimum, pendant des pluies persistantes, du 21 au 30 avril. En somme, la courbe de floraison fut assez régulière en mai, les conditions climatologiques de ce mois n'ayant présenté qu'un à-coup très tranché, c'est-à-dire une courte période de chaleur sèche anormale vers la fin de mai.

(1) Voir Lucien DANIEL, Recherches sur la flore d'Erquy, chap. II (*Revue bretonne de Botanique*, 1919).

(A suivre.)

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

(suite)

d. *Variations morphologiques des Lichens.* — L'étude des Lichens, abandonnée presque complètement, pendant de longues années, aux seuls systématiciens, a fini par attirer les biologistes. Les formes multiples, pour lesquelles on a multiplié les noms et qui rendent si ingrats les premiers contacts du débutant avec ce groupe, méritent-elles tant d'égards ? Ne sont-elles pas souvent de simples variations individuelles, dues à l'influence du milieu ? Dans ces derniers temps, bon nombre de botanistes ont pris à leur compte la devise formulée par Fink : « On n'a rien à gagner, semble-t-il, au procédé de refente à l'extrême, sans une étude de la biologie. »

Quelques années avant la période qui nous occupe spécialement, Sernander (60) a discuté la valeur de certaines formes pour la distinction d'espèces et de variétés. Il n'admet pas, par exemple, de relation nécessaire entre une espèce d'Algue et une espèce de Champignon : c'est le Champignon qui fait le genre et l'espèce du Lichen : le consortium est biologique, non systématique ; il décrit tout au long le cas de *Lecanora gelida* (L.), qui peut utiliser aussi bien un *Palmella* qu'un *Chroococcus* ou un *Stigonema*. Il distingue, dans les phénomènes de dépigmentation, les cas de « variations

(60) SERNANDER R. Om nagra former för art-och varietetsbildning hos lafvarna. (*Bot. Tidskr.* t. 1, 60 p., 5 pl., 5 fig., 1907).

fluctuantes », dues à l'éclairement, telles que les prétendues variétés *aureola* et *livida* du *Xanthoria parietina* qu'on peut rencontrer sur le même thalle, des cas de « mutations régressives », tels que celui du *Cladonia carneola*, produit de mutation de la série du *Cl. coccifera*. Il voit des phénomènes de « fasciation » dans certaines formes largement foliacées d'*Alectoria*, *Ramalina*, etc.

Kajanus (61) avait en projet un travail considérable sur la question, mais d'autres travaux l'ont empêché de la creuser et il se contente de donner le résultat de ses observations. On ne peut que le regretter, car ce simple résumé est plein d'aperçus originaux qui semblent tout à fait cadrer avec les faits saisis sur le vif, et dont le principe, accepté une bonne fois par les lichénologues, allégerait la littérature des Lichens, en donnant aux innombrables formes décrites leur signification biologique. Après avoir décrit la végétation lichénique de troncs d'arbres, de bois mort, de rochers dont l'un au voisinage immédiat d'un glacier, il passe à la partie théorique et donne son appréciation sur quelques formes les plus communes. Ainsi, le *Ramalina farinacea*, avec ses divisions étroites, allongées, sorédiées, ses apothécies mal développées, n'est qu'une forme étiolée des lieux humides et ombragés du *Ramalina calicaris* ; le *R. fastigiata*, à rameaux courts, épais, serrés, à apothécies terminales, le *R. fraxinea*, géant, presque sans divisions, ne sont également que des formes, dues à des causes que l'auteur ne précise pas et qui présentent tous les passages entre elles et avec la forme du type. Certains Lichens, foliacés et frutescents, présentent parfois des lobes renflés, tubuleux à leur extrémité : l'auteur est d'avis qu'il s'agit là de plantes parasitées, de galles telles qu'en a décrit Zopf (voir aussi Houard ci-après) : tels le *Parmelia tubulosa* détaché du *P. Physodes* et l'*Usnea articulata* de *U. barbata*. *Umbilicaria stipitata* Nyl., à ombilic longuement pédonculé, n'est qu'un *Gyrophora cylindrica* croissant à l'ombre et dans l'humidité. L'influence de l'humidité a également pour résultat d'allonger les podétions des *Cladonia* et des *Calicium*. Le *Stereocauliscium gomphillaceum* Nyl. n'est pour l'auteur, comme pour Th. Fries, qu'une monstruosité du *Bilimbia milliaria* (Fries) due toujours à la station humide et ombragée. Sous le titre

(61) Kajanus B. (früher Nilson). Morphologische Flechtenstudien. (*Arkiv för Botanick*, t 10, n° 4, 47 p., 2 pl , 1911).

de « pousses disharmoniques ». Kajanus traite des petits bourgeons adventifs, des bourgeons sorédiaux, des isidies et des sorédies. Les bourgeons adventifs se distinguent des rameaux principaux par leur dimension réduite et par leur situation : au lieu de suivre la loi de dichotomie, par exemple, ils apparaissent n'importe où, en ligne ou en buisson ; on en trouve souvent chez *Ramalina calicaris*, particulièrement chez la forme *farinacea*, chez de nombreux *Roccella*, *Usnea*, chez *Bryopogon* où Schwendener les a étudiés. Les bourgeons sorédiaux proviennent du développement de sorédies : leur cortex ne se continue pas avec celui du thalle, ils sont simplement posés sur le thalle et comme articulés avec lui : par exemple, chez *Ramalina calicaris*, f. *farinacea* ; chez *Peltigera rufescens* ils affectent la forme d'écailles ; les nombreuses productions qui recouvrent parfois les podétions de *Cladonia (lepra, granulæ, verrucæ, squamuli)* ont une signification analogue. D'une façon générale, ces productions adventives doivent leur origine à la prolifération des hyphes. Les isidies et les sorédies sont dues à la multiplication active des gonidies, à la suite d'une grande absorption d'eau ; de cette prolifération des gonidies résulte une rupture d'équilibre entre les deux composants du Lichen en certains points faibles du thalle : si le cortex cède, il se développe à l'extérieur du thalle un complexe de gonidies et d'hyphes où dominent les gonidies : c'est une sorédie ; si le cortex ne cède pas à la poussée des gonidies, s'il se développe lui aussi, continuant à envelopper les gonidies, c'est une isidie qui est réalisée. Cette conception que l'auteur a déjà soutenue dans un travail antérieur (62) a été plus ou moins complètement approuvée par Schwendener. Bornet, Rehm, dans des lettres adressées à Kajanus ; elle est, au contraire, vivement combattue par Malme. Enfin l'auteur termine par quelques mots sur le « nanisme » : certaines espèces de *Gyrophora*, l'*Aspicilia alpina* en fournissent des exemples ; pour lui, là encore, il s'agit de simples modifications de forme dont la cause reste à trouver.

Zopf avait indiqué en 1907 que deux variétés de Lichens : *Ramalina scopulorum* var. *incrassate* Nyl. et *R. cuspidata* var. *crassa* (Del.. Nyl. pourraient bien n'être que des cas de cécidies : le thalle

(62) Nilson B. Zur Entwickelungsgeschichte, Morphologie und Systematik der Flechten. (*Bot. Notiser*, 1903).

du Lichen étant hypertrophié et déformé par des Eriophyides. Houard (63) a retrouvé dans l'herbier Lenormand, à l'Université de Caen, les échantillons qui ont servi de types aux diagnoses de Nylander et il en donne les photographies ; il est porté à croire lui aussi qu'il s'agit bien d'un état pathologique, mais, pour en décider définitivement, il faudrait étudier du matériel frais.

Moreau (18, p. 115), de son côté, n'est pas éloigné de penser qu'il faut regarder comme de simples formes stationnelles les variétés *crispata*, *undulata*, *crispa* des *Peltigera*, variétés caractérisées par un développement de folioles sur les lobes, ainsi que les variétés *propagulifera*, *sorediata*, *erumpens*, caractérisées par la présence de sorédies. — Toutes ces variations végétatives, qui n'ont pas vraisemblablement l'importance admise par les systématiciens et dont la seule présence ne peut suffire à créer des espèces et même des variétés nouvelles, sont-elles à négliger absolument en systématique ? Il serait exagéré de le prétendre. Si, par exemple, les sorédies ont l'origine admise par Kajanus, certaines espèces à cortex plus délicat seront plus exposées à en produire, et ainsi la présence de sorédies peut indiquer d'autres caractères spécifiques.

III. Ecologie.

Les préoccupations biologiques que je signalais à l'instant se retrouvent dans de nombreux mémoires spéciaux et contributions floristiques : on ne se contente plus de cataloguer ; la distribution, le groupement des espèces d'après le substratum et les conditions climatériques sont étudiés de plus près, et on en discute les raisons. L'importance des Lichens au point de vue écologique est soulignée par Darbishire (64) : « Il n'y a pas de vue ni d'étude écologique complète, si on ne tient pas compte des Lichens. »

1) Cas particuliers. — a) *Lichens nitrophiles*. — Ce terme est introduit par Sernander (65) et est appliqué à des Lichens croissant sur un substratum abondamment lavé par des eaux chargées de subs-

(63) Houard C. Sur les zoocécidies des Cryptogames. III : Lichens. (*Bull. Soc. Linn. Normand.*, 6e sér., t. 4, 1910-1911, p. 110-113, pl. 4, 1913).

(64) Darbishire O. v. Some remarks on the Ecology of Lichens. (*Journ. of Ecol.* t. 2, p. 71-82, pl. 10-13, 1914).

(65) Sernander R. Studier öfver lafvarnes biologi. I. Nitrofila lafvar. (*Svensk bot. Tidskr.*, t. 6, p. 803-883, 10 fig., 2 pl., 1912).

tances azotées. L'auteur en distingue deux types : Lichens « ornithocoprophiles » et L. « coniophiles. » Les premiers se rencontrent spécialement sur les rochers de la côte ou de l'intérieur où les oiseaux vont se reposer et déposent leurs excréments. Sur un rocher ordinaire, où ne séjournent pas les oiseaux, la végétation se distribue suivant l'inclinaison des parois : au sommet et sur les plans peu inclinés s'établissent d'abord des Algues aériennes, telles que *Prasiola*, et des Lichens du genre *Rhizocarpon (geographicum, petreum*, etc.) ; à cette « *Rhizocarpon*-formation » succède une invasion de *Lecanora cinerea*, bientôt accompagné de *Parmelia saxatilis* : la lutte s'engage à armes égales, semble-t il, entre le type crustacé et le type foliacé qui persistent l'un et l'autre, aux dépens du premier occupant *Rhizocarpon* : il en résulte une « formation *cinerea-saxatilis* » largement dominante. Les parois verticales portent *Parmelia fuliginosa* ; les parois déclives en retrait, des Lichens léproïdes ; à la base, on trouve *Bacidia inundata*, des Lichens imparfaits, etc. L'humidité et l'éclairement conditionnent la distribution sur les diverses surfaces. Sur les rochers habités par les oiseaux, les espèces de la « formation *cinerea-saxatilis* » sont accompagnées ou remplacées par des espèces qui ne s'y trouvent pas normalement ; Sernander y distingue trois formations : une « formation *Lecanora saxicola* » faiblement coprophile, une « formation *Physcia (stellaris* var. *ascendens*, *caesia*, etc. fortement coprophile, une « formation *Ramalina polymorpha-Xanthoria lychnea*, » fortement coprophile, celle-ci exigeant en plus, sur les rochers de l'intérieur, l'exposition aux vents ; les deux premières formations renferment également plusieurs espèces de *Caloplaca (vitellina, cerina, ferruginea*, etc.) comme espèces caractéristiques de seconde importance ; sur les rochers de la côte, la « formation *Xanthoria* » se rencontre jusque sur le sommet. L'auteur a corroboré cette façon de voir par des expériences : il a arrosé pendant un mois, chaque soir, les associations de Lichens de quelques rochers avec une infusion concentrée de fiente de corneille : au bout de ce temps, la plupart des espèces, telles que *Parmelia saxatilis*, *P. conspersa*, *Lecanora cinerea*, *Umbilicaria pustulata*, montraient des signes évidents de malaise et de mort ; d'autres, au contraire, en souffraient peu ou point : parmi ceux-ci précisément *Lecanora saxicola*, *Caloplaca vitellina*, *Xanthoria lychnea*, *X. parietina* A la lumière de ces faits, Sernander a tenté d'expliquer par des causes

semblables la distribution des Lichens d'écorce. Aux environs d'Upsal la végétation lichénique normale des Bouleaux, loin des routes, se compose de *Alectoria jubata*, *Evernia prunastri*, *Lecanora subfusca*, *Parmelia olivacea*, *Usnea barbata*, etc. ; au contraire, les Bouleaux qui bordent la route portent, du côté tourné vers la route, *Physcia ascendens*, *P. ciliaris*, *Xanthoria lychnea*, *X. parietina*, c'est-à-dire des espèces nitrophiles. L'auteur en conclut que cette flore lichénique spéciale est due aux substances azotées provenant des excréments que les animaux déposent sur la route et apportées avec la poussière sur les troncs d'arbres : il donne ainsi à ces Lichens le nom de « coniophiles. » Il donne, en terminant, une liste de Lichens qu'il considère comme « nitrophiles » : *Caloplaca aurantiaca*, *cerina*, *ferruginea*, *murorum* var. *miniata*, *pyracea*, *vitellina*, *Lecanora saxicola*, *Physcia ascendens*, *cæsia*, *pityrea*, *obscura*, *tribacia*, *virella*, *Xanthoria lychnea* var. *pygmea*, var. *polycarpa*, *X. parietina* ; il considère comme « héminitrophiles » *Acarospora fuscata*, *Buellia myriocarpa* v. *stigmatea*, *Lecanora cartilaginea*, *Gyrophora hirsuta*, *Parmelia Acetabulum*, *Ramalina polymorpha*, *Rinodina milvina*. Enfin il rapproche de ces résultats quelques faits tirés de la littérature lichénologique : certaine association de formes nitrophiles signalée par Skottbergs sur les rochers des côtes antarctiques indique vraisemblablement l'influence des pingouins ; Beijerinck, Artari et Treboux ont noté une préférence marquée de la part des gonidies de *Xanthoria parietina* pour des substances azotées comme la peptone.

Nienburg (66), mettant à profit les idées de Sernander, a fait également d'intéressantes observations sur le même sujet. Des Erables (*Acer platanoides*), en bordure d'un chemin, portent une végétation lichénique dont les principaux éléments sont *Parmelia Physodes* et *Evernia prunastri* ; mais au-dessous de tous les « trous de branches » en décomposition on peut voir, sur le tronc, de longues traînées de Lichens qui ne se rencontrent pas ailleurs : *Xanthoria parietina*, *X. lychnea*, *Physcia ascendens*, *Ramalina fraxinea* : c'est-à-dire des espèces que Sernander a précisément reconnues comme nitrophiles. La position de cette flore localisée spéciale indique nettement une relation avec la gouttière dont le nœud en décomposition est le point

(66) NIENBURG W. Studien zur Biologie der Flechten. I. Nitrophile Rindenflechten. (*Zeitschr. für Bot.*, t. 11, p. 1-20, 10 fig., 1919).

de départ. Il ne peut être question de poussières riches en substances azotées apportées de la route, car l'eau de pluie entraînant ces poussières déposées sur l'arbre forme de nombreuses gouttières sur tout le tronc ; de plus, ces gouttières rencontrant une branche sont déviées à droite et à gauche ; la traînée de Lichens qui se trouve juste au-dessous d'un trou ne peut donc être attribuée qu'à l'influence de substances provenant du trou lui-même. La discussion détaillée des faits amène l'auteur à conclure qu'il ne s'agit pas de substances sucrées originaires de la sève, ni de nitrates, mais bien d'ammoniaque, cette dernière substance produite par des Champignons qui vivent dans les matières organiques du nœud pourrissant. Sur le passage d'une gouttière trop riche en ammoniaque aucun organisme ne peut se fixer ; *Xanthoria parietina* est celui qui en supporte la plus forte dose ; après lui, *Physcia ascendens*, puis *Xanthoria lychnea*, puis *Ramalina fraxinea* : on peut les appeler « nitrophiles » ; tandis que *Parmelia Physodes*, *P. furfuracea*, *Evernia prunastri*, *Parmelia saxatilis* sont « nitrophobes. » Cette inégale sensibilité des divers Lichens aux substances ammoniacales serait, d'après Nienburg, la raison de la pauvreté des villes en végétation lichénique : l'air et la poussière des villes contiennent une proportion d'ammoniaque trop forte pour la majorité des espèces ; ou mieux, dit-il, l'abondance d'ammoniaque permet aux Lichens nitrophiles de supporter des conditions biologiques défavorables par ailleurs : ses observations, ajoutées à celles de Treboux et de Salomon, le portent à croire, en effet, que tous les Lichens sont des « plantes à ammoniaque », et que seul le degré de besoin d'ammoniaque les diversifie en nitrophiles et en nitrophobes.

b, *Lichens vagabonds*. — Paulson et Hastings (67) ont décrit un Lichen de Grande-Bretagne, rattaché autrefois par Crombie au *Parmelia Omphalodes* et qu'ils rapportent au *Parmelia revoluta* (var. *concentrica*). Ce Lichen fixé à l'origine sur les pierres, dans les dunes de Seaford, s'en détache accidentellement par morceaux ; ceux-ci entraînés par le vent sont roulés sur le sol ou restent fixés au milieu des herbes, où ils continuent à vivre et à croître. Cas unique parmi les Lichens de Grande-Bretagne et qui rappelle celui du *Lecanora esculenta*, assimilé souvent à la « manne » de la Bible.

(67) Paulson R. et Hastings S. A wandering Lichen (*Parmelia revoluta* var. *concentrica* Crombie). (*Knowledge*, t. 37, p. 319-323, 9 fig., 1914).

Merewschkowsky (67 bis) décrit un cas semblable rencontré en Suisse : il s'agit d'une forme *vaga* du *Parmelia conspersa*, qui existe en abondance sur un plateau dont la végétation a l'allure d'une végétation de steppe. Dans ce milieu défavorable au développement à partir de la spore et de l'Algue, la plante ne fructifie pas, pas plus que le Lichen précédent, mais se multiplie par fragmentation du thalle.

c) *Lichens calcicoles*. — Watson (68) distingue quatre groupes de Lichens au point de vue des relations avec le calcaire : 1) Lichens « calcifuges », tels que *Parmelia saxatilis*, *Lecanora parella*, *Lecidea contigua*, *Rhizocarpon geographicum* ; 2) L. « indifférents », tels que *Peltigera canina*, *Urceolaria scruposa*, *Verrucaria muralis* ; 3) L. « presque indifférents », avec une légère préférence pour la chaux, tels que *Leptogium lacerum*, *Dermatocarpon hepaticum* ; 4) L. « calcicoles », tels que *Collema pulposum*, *Placodium aurantiacum*, *Verrucaria calciseda*. L'auteur décrit ensuite les associations sur les calcaires anciens, sur les rochers ensoleillés, sur les murs, les pavés, etc. Les facteurs influençant la distribution des Lichens sont surtout les facteurs chimiques.

d) *Lichens aquatiques* — Le même auteur (68 bis) groupe les Lichens d'eau douce d'après quatre types de stations : eaux sales, eaux presque dormantes et riches en sels minéraux, eaux presque dormantes et pauvres en sels minéraux, eaux rapides ; le premier type de station ne renferme ni Bryophytes, ni Lichens, le dernier est le plus riche : l'auteur y compte près de 50 espèces de Lichens. Il indique les particularités de structure dues aux divers habitats et la distribution des Lichens suivant la teneur de l'eau en calcaire.

e) *Lichens des tourbières*. — Savicz (69) décrit la flore lichénique

(67 bis) Merewschikowsky C. Note sur une nouvelle forme de *Parmelia* vivant à l'état libre (*Bull. Soc. bot. Genève*, t. 10, p. 26-34, 1 fig. 1918).

(68) Watson W. The Bryophytes and Lichens of calcareous soil. (*Journ. of. Ecology*, t. 6, p. 189-198, 1918).

(68 bis *Ibid*. The Bryophytes and Lichens of fresh water. (*Ibid.*, t. 7, p. 71-83, 1919).

(69) Savicz V. Zum Studium der Flechten und der Flechtenformation im östlichen Sumpfgebiete des Gouv. Pskow. (*Bull. Jard. imp. bot. St.-Petersb.* t. 12, p. 132-148, 1913).

d'une tourbière de la province russe de Pskow. Il y distingue trois formations suivant la distribution en hauteur : 1° une formation de fond, qui comprend, au milieu même des Sphaignes, luttant avec eux et devenant presque gigantesque, *Cladonia rangiferina, silvatica, alpestris ;* et, sur les Sphaignes, des *Cetraria (hiascens, islandica, ...)* avec *Cladonia digitata ;* 2° une formation basse, au pied des arbres et arbrisseaux, comprenant, entr'autres, *Parmelia ambiga, Cetraria aleurites, sæpincola, caperata ;* 3° une formation arboricole où se rencontrent *Parmelia Physodes, olivacea, Usnea florida, Evernia prunastri.*

(A suivre)

Nemours.— Imp. André LESOT. *Le Gérant :* Emile MICHAUDON

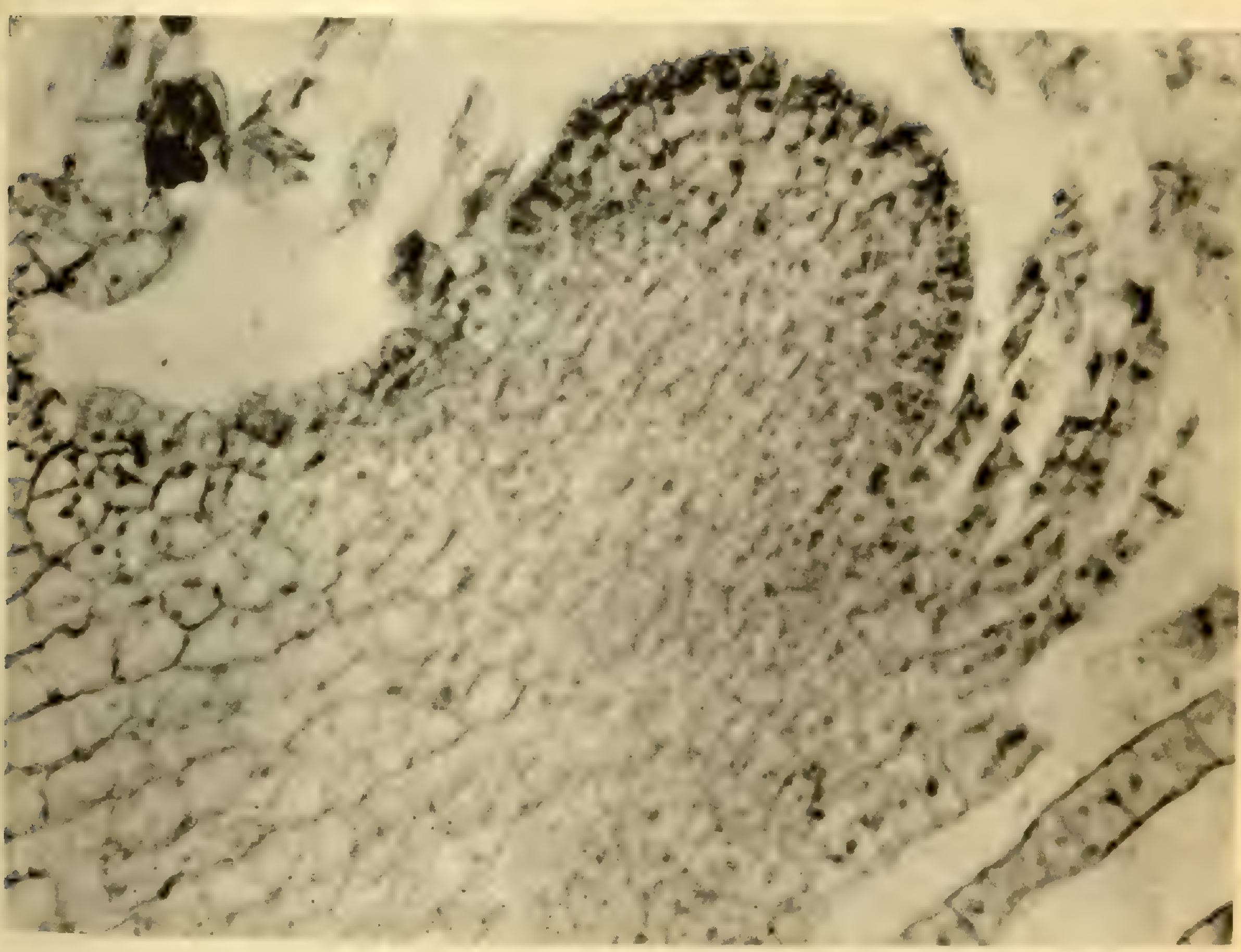
I

II

III

R. Douin, phot. Le Dauphin, imp.

Lunularia

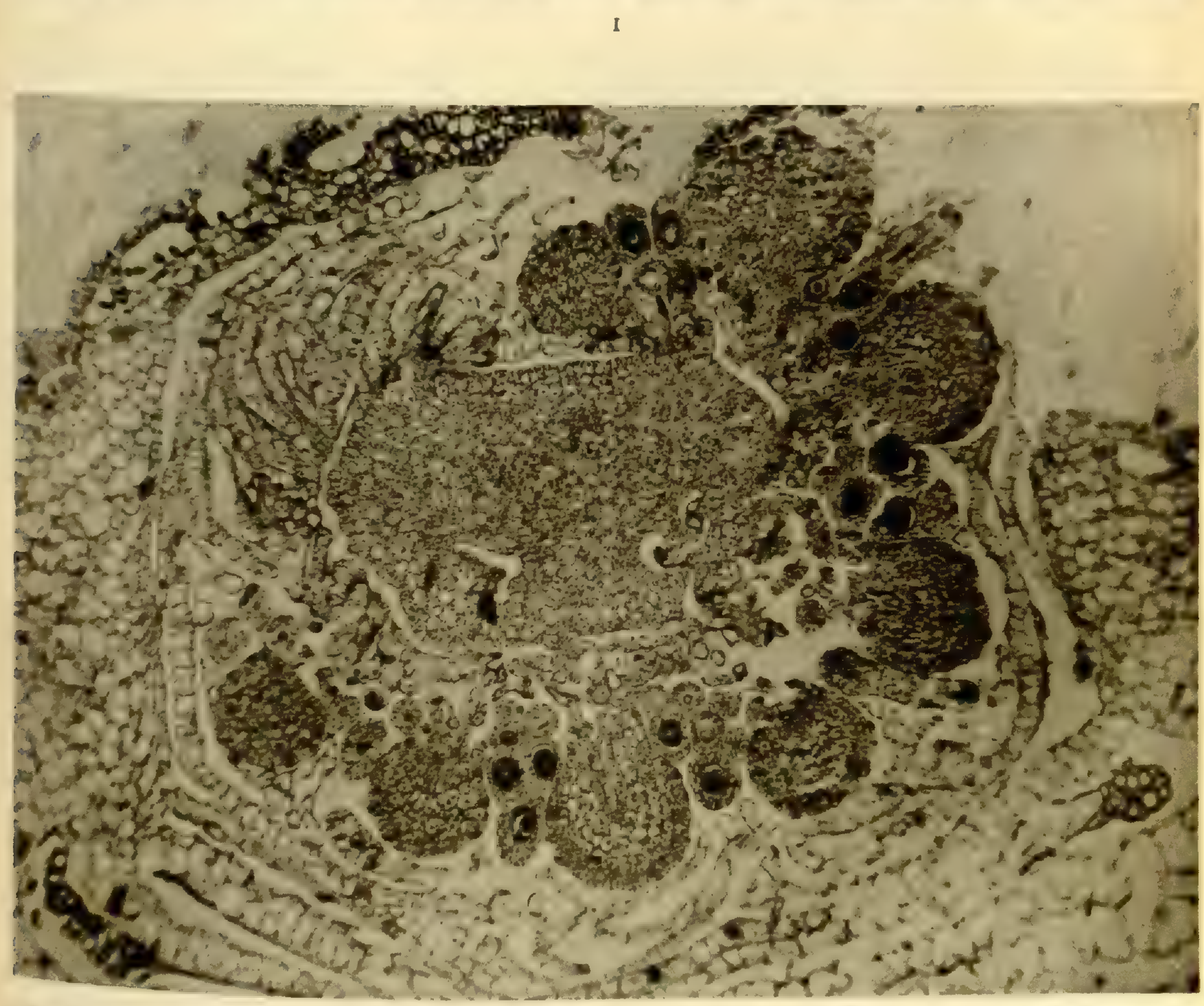


I

R. Doumic, phot. II Le Deley, imp.

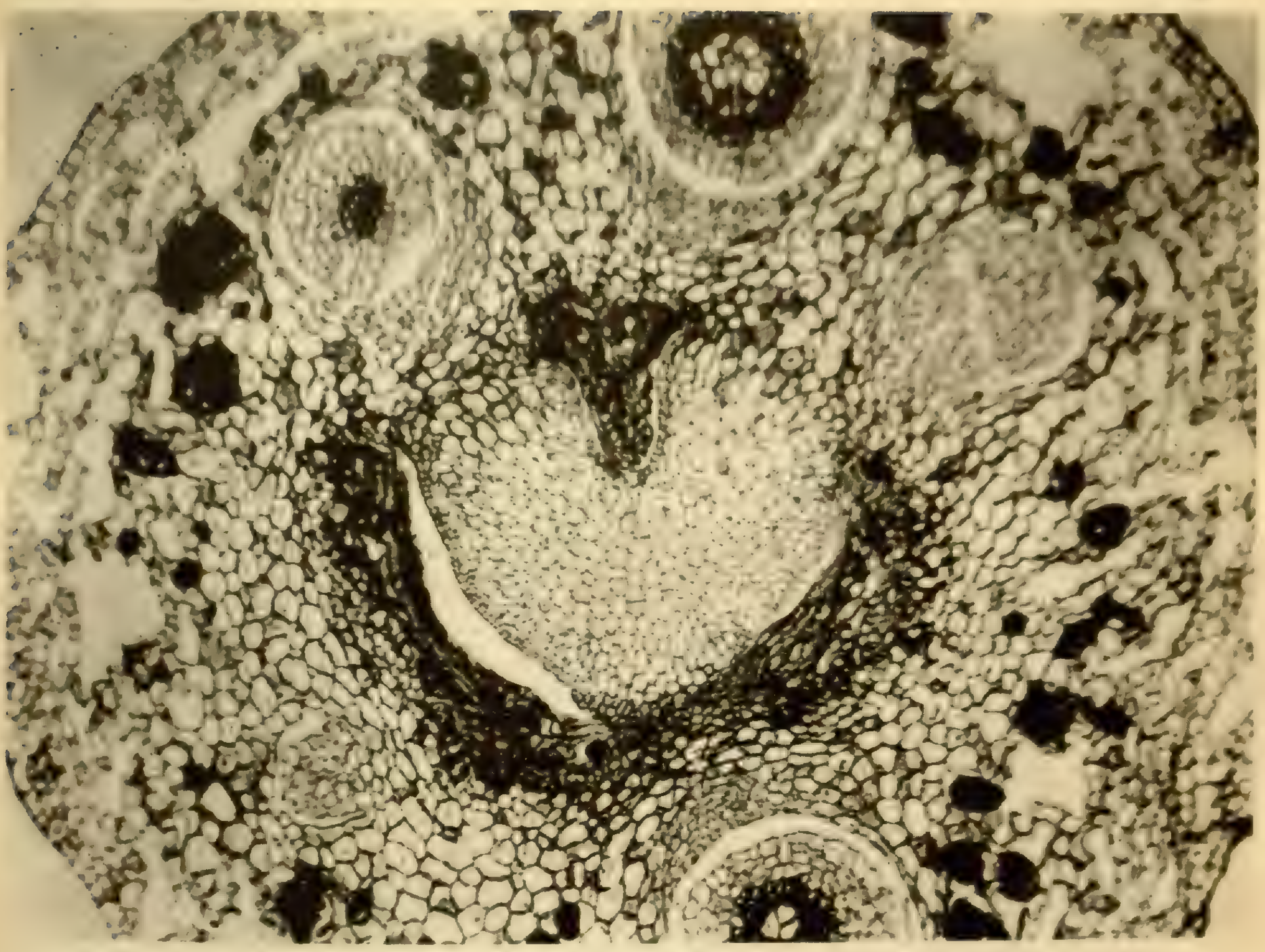
Reboulia

I

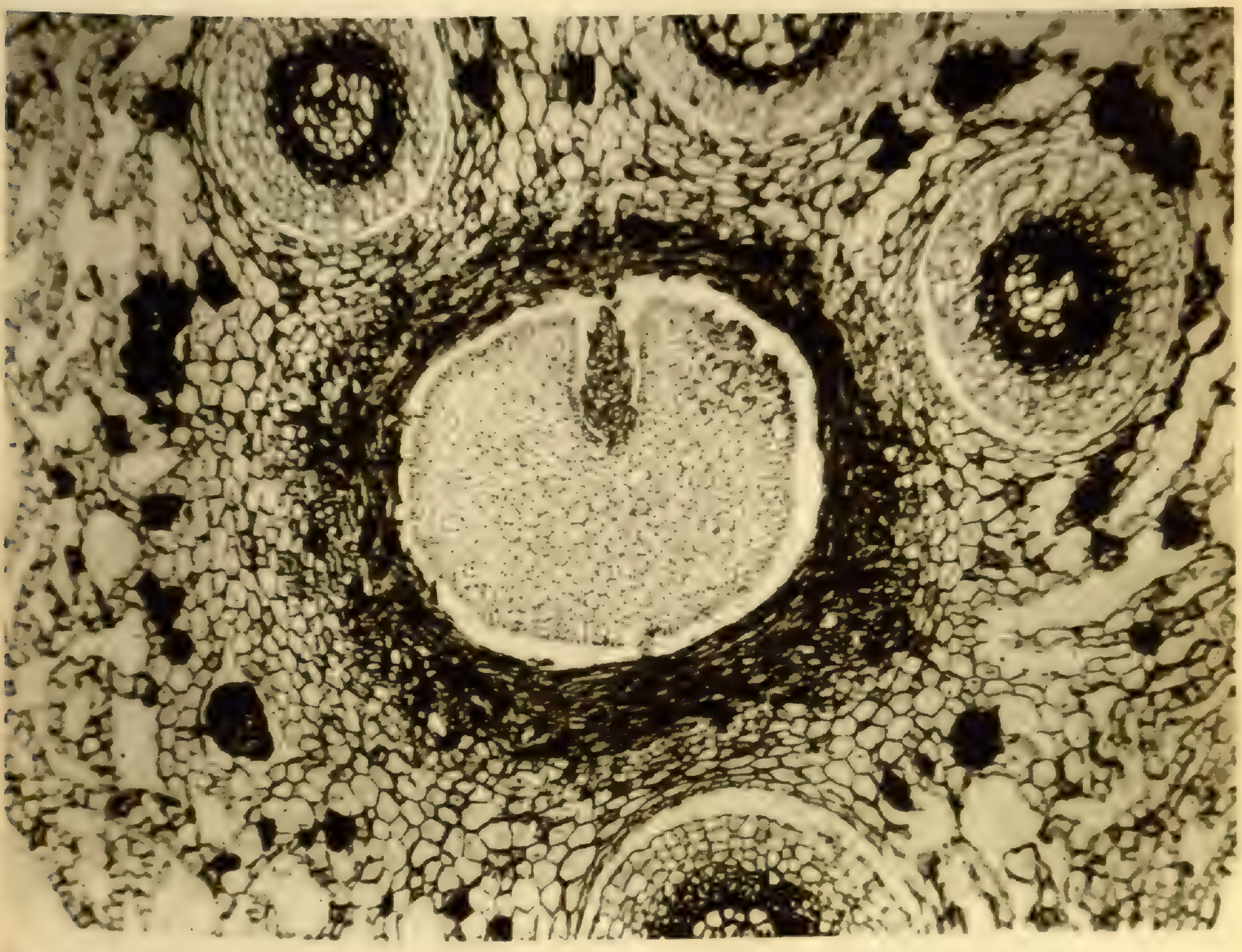


R. Douin, phot. II Le Deley, imp.

Marchantia



I



R. Douin, phot. II Le Deley, imp.

Fegatella

I

R. Doguin, phot

II

Le Deley, imp.

Vegatella

ÉTUDE

DE

LA VARIATION DES ACIDES ORGANIQUES AU COURS DE LA PIGMENTATION ANTHOCYANIQUE

par Mlle Denise KOHLER

(fin)

IV. — EXPOSÉ DES RÉSULTATS

1. — Comparaison de la teneur en acides organiques des feuilles d'une variété sans anthocyane et d'une variété rouge de la même espèce.

Cette expérience n'a été réalisée que pour comparer des résultats relatifs à la teneur en acides organiques totaux dans deux variétés différentes, aux résultats obtenus par les auteurs précédemment cités et relatifs seulement au degré acidimétrique.

Les analyses ont porté sur 60 feuilles panachées jaunes-vertes de la variété d'*Iresine Herbstii* « Triomphe de Bailly » d'une part, et sur 60 feuilles rouges de la variété « Souvenir du Parc » d'autre part.

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau suivant :

		VARIÉTÉ VERT-JAUNE	VARIÉTÉ ROUGE
Substance sèche pour 100 de substance fraîche.....		9,22	13,15
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	1,8	2,5
	acides organiques combinés....	20,3	21,9
	acides organiques totaux.....	25,1	24,4
Par gr. de substance sèche	acides organiques libres.....	52,1	19,1
	acides organiques combinés....	220,5	166,9
	acides organiques totaux.....	272,6	186,0

Il ressort de ce tableau que :

1° Si l'on considère les résultats rapportés à un gramme de substance sèche, les acides organiques, tant libres que combinés, sont plus abondants dans les feuilles de la variété vert-jaune que dans les feuilles de la variété rouge.

2° Les résultats rapportés à un gramme de substance fraîche ne permettent de tirer aucune déduction. D'une manière générale, d'ailleurs, la variation de la teneur en eau des organes frais diminue considérablement la valeur des résultats rapportés au gramme de substance fraîche.

On est donc amené à conclure que dans deux variétés voisines de l'espèce *Iresine Herbstii*, les organes dépourvus d'anthocyane sont plus riches en acides organiques totaux que les organes colorés.

Ce fait ne permet en rien de préjuger du rôle des acides dans la formation de l'anthocyane, les phénomènes chimiques peuvent en effet être extrêmement différents dans des plantes appartenant à deux variétés distinctes.

II. — Variations de la teneur en acides organiques au cours de la formation d'anthocyane dans les fleurs.

Les analyses ont porté sur des corolles de la variété violette de *Cobæa scandens*. Ces corolles se prêtent particulièrement bien aux études relatives à la pigmentation anthocyanique, car elles restent privées de pigment jusqu'à leur épanouissement, et que la coloration se produit ensuite très rapidement.

Ces corolles ont été récoltées et analysées à trois stades différents:

Stade I. — Fleurs en train de s'ouvrir. Corolles complètement cylindriques. Anthères fermées. Pas du tout d'anthocyane.

Stade II. — Fleurs ouvertes, presque complètement épanouies. Anthères fermées. Début de la pigmentation : corolles très légèrement rosées.

Stade III. — Fleurs complètement épanouies. Anthères ouvertes. Corolles colorées en violet intense.

J'ai opéré sur des corolles sectionnées à la base et débarrassées des étamines.

Une première série d'analyses, portant sur des fleurs cueillies à chacun des stades indiqués, a permis de déterminer les variations

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES DANS DES COROLLES
DE *COBÆA SCANDENS* SE PIGMENTANT SUR LA PLANTE

		RÉCOLTES DE SEPTEMBRE			RÉCOLTES D'OCTOBRE		
		Corolles au stade I	Corolles au stade II	Corolles au stade III	Corolles au stade I	Corolles au stade II	Corolles au stade III
Substance sèche pour 100 de substance fraîche.....		11,01	10,49	10,57	10,78	10,66	9,17
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	1,6	1,1	1,7	1,3	1,7	1,9
	acides organiques combinés.	3,9	3,9	4,7	3,4	3,2	3,8
	acides organiques totaux....	**5,5**	**5,0**	**6,4**	**4,7**	**4,9**	**5,7**
Par gr. de substance sèche	acides organiques libres.....	14,3	10,9	18,8	11,7	15,9	20,7
	acides organiques combinés.	35,3	34,2	4,5	32,4	30,3	41,2
	acides organiques totaux....	**49,6**	**45,1**	**63,3**	**44,1**	**46,2**	**61,9**
Par organe.....	acides organiques libres.....	1,7	1,5	2,4	1,5	2,1	2,4
	acides organiques combinés.	4,5	4,7	5,4	4,0	4,2	4,9
	acides organiques totaux....	**6,2**	**6,2**	**7,8**	**5,5**	**6,3**	**7,3**

de la teneur en acides organiques de corolles s'épanouissant et se colorant sur la plante.

Cette première série d'analyses a été effectuée à deux reprises, une première fois sur des récoltes faites dans la deuxième quinzaine de septembre, une seconde fois sur des récoltes faites dans la première quinzaine d'octobre ; elle a donné les résultats exposés dans le tableau ci-dessus. Il ressort de ce tableau que, dans les corolles se pigmentant normalement sur la plante :

1° La teneur des tissus en acides organiques ne varie pas de façon notable au début de l'épanouissement de la fleur, c'est-à-dire tant que la corolle ne forme que de très faibles quantités de pigment.

2° Au contraire, à la fin de l'épanouissement de la fleur, c'est-à-dire lorsque la corolle forme de grandes quantités de pigment, la teneur des tissus en acides organiques, tant libres que combinés, augmente d'une manière sensible, quelle que soit l'unité à laquelle on rapporte les résultats.

Une seconde série d'analyses, ayant pour but d'obtenir des résultats qui soient à l'abri des modifications dues aux migrations de substances, a été réalisée dans les conditions suivantes :

Les corolles, récoltées au stade II, et par conséquent presque complètement privées d'anthocyane, sont placées dans de petits godets de verre, leur base se trouvant immergée dans 5 cc. d'eau distillée, lors de la récolte, cette eau sera ajoutée au liquide d'épuisement). Afin d'éviter une transpiration excessive, le tout est recouvert d'une cloche et exposé à la lumière solaire diffuse : en 48 h., les corolles se colorent en violet ; ces corolles, ainsi pigmentées en dehors de la plante, sont alors récoltées et analysées.

Cette seconde série d'analyses a été également effectuée à deux reprises, la mise en expérience des corolles ayant eu lieu une première fois dans la deuxième quinzaine de septembre et une seconde fois dans la première quinzaine d'octobre.

La détermination de la teneur en acides organiques des corolles avant l'expérience ayant été faite dans la première série d'analyses, ce sont les résultats obtenus dans cette première série qui ont été reproduits dans la première et la troisième colonnes du tableau ci-contre ; la seconde et la quatrième colonnes contiennent les résultats des analyses faites sur les corolles à la fin des expériences.

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES DANS DES COROLLES

DE *COBEA SCANDENS* SE PIGMENTANT APRES AVOIR ETE DÉTACHÉES DE LA PLANTE

		RÉCOLTES DE SEPTEMBRE		RÉCOLTES D'OCTOBRE	
		Corolles au stade II	Corolles pigmentées en dehors de la plante	Corolles au stade II	Corolles pigmentées en dehors de la plante
Substance sèche pour 100 de substance fraîche.....		10,49	8,48	10,66	8,16
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	1,1	1,2	1,7	1,2
	acides organiques combinés.	3,9	2,7	3,2	2,7
	acides organiques totaux....	**5,0**	**3,9**	**4,9**	**3,9**
Par gr. de substance sèche.	acides organiques libres.....	10,9	14,6	15,9	14,0
	acides organiques combinés..	34,2	32,0	30,3	32,9
	acides organiques totaux.....	**45,1**	**46,6**	**46,2**	**46,9**
Par organe.....	acides organiques libres.....	1,5	1,9	2,1	1,8
	acides organiques combinés.	4,7	4,1	4,2	4,0
	acides organiques totaux....	**6,2**	**6,0**	**6,3**	**5,8**

Les résultats rapportés au gramme de substance sèche ou à l'organe, c'est-à-dire ceux qui offrent le plus d'intérêt, ne traduisent pas de variations appréciables des acides organiques dans des corolles se pigmentant en dehors de la plante ; les faibles variations que l'on observe se produisent d'ailleurs dans des sens différents.

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus dans la pigmentation effectuée normalement sur la plante, aux résultats relatifs à la pigmentation réalisée dans l'organe isolé : les corolles rattachées à la plante s'enrichissent en acides organiques au cours de la pigmentation, tandis que dans les corolles isolées de la plante, la teneur en acides organiques reste la même.

Nous examinerons plus loin quelles explications on peut donner à ces faits.

III. — Variations de la teneur en acides organiques au cours de la formation d'anthocyane dans les feuilles

Les analyses ont porté sur des feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata* auxquelles on a laissé un tiers du pétiole. Ces feuilles ont été récoltées et analysées à trois stades différents :

Stade I. — Récolte du 17 septembre. Feuilles vertes, mais sur le point de rougir, c'est-à-dire présentant sur les bords du limbe et dans le voisinage des nervures des traces extrêmement faibles d'anthocyane.

Stade II. — Récolte du 1er octobre. Feuilles en voie de pigmentation ; limbe présentant des régions nettement rouges, d'autres encore vertes parsemées de taches rouges ; pétiole complètement rouge.

Stade III. — Récolte du 2 novembre. Feuilles entièrement colorées en rouge intense.

Une première série d'analyses, portant sur des feuilles récoltées à chacun de ces trois stades, a permis de suivre les variations de la teneur en acides organiques de feuilles se pigmentant sur la plante, et a donné les résultats suivants :

Etant données les variations individuelles de poids et de dimensions présentées par les feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*, les résultats n'ont pas été rapportés à un organe).

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES DANS DES FEUILLES D'*AMPELOPSIS TRICUSPIDATA* SE PIGMENTANT SUR LA PLANTE

		Stade I Feuilles vertes	Stade II Feuilles en voie de rougissement	Stade III Feuilles entièrement rouges
Substance sèche pour 100 de substance fraîche...		28,07	26,63	26,76
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	6,6	8,5	7,3
	acides organiques combinés.	36,5	35,9	41,2
	acides organiques totaux....	**43,1**	**44,4**	**48,5**
Par gr. de substance sèche	acides organiques libres.....	23,5	32,1	27,2
	acides organiques combinés.	130,1	135,1	154,1
	acides organiques totaux....	**153,6**	**167,2**	**181,3**

Ces résultats montrent que dans des feuilles rougissant normalement sur la plante, les acides organiques augmentent régulièrement au fur et à mesure du rougissement.

Cette série d'analyses met bien en évidence l'importance qu'il y a à doser non seulement les acides libres, mais encore les acides combinés, lorsqu'on veut se rendre compte des variations éprouvées par l'ensemble des acides organiques.

Les acides libres ne représentent en effet ici que le quart et, dans un cas, le sixième, des acides totaux ; ce sont les acides combinés qui donnent au phénomène de variation son allure.

D'autre part, dans le but d'obtenir des résultats qui soient à l'abri des phénomènes de migration, on a réalisé une expérience analogue à celle qui a été effectuée pour les corolles de *Cobæa scandens*. Des feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*, récoltées le 17 septembre, c'est-à-dire au stade I, ont été mises en expérience comme il a été indiqué pour les corolles de *Cobæa* Ces feuilles se sont ainsi pigmentées en dehors de la plante, et au 1er octobre, date de la récolte des feuilles du stade II sur la plante, on a arrêté l'expérience et procédé à l'analyse.

La détermination de la teneur en acides organiques des feuilles avant l'expérience ayant été faite dans la première série d'analyses.

ce sont les résultats obtenus dans cette première série qui ont été reproduits dans la première colonne du tableau ci-dessous : la seconde colonne contient les résultats des analyses faites sur les feuilles à la fin des expériences.

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES DANS DES FEUILLES D'*AMPELOPSIS TRICUSPIDATA* SE PIGMENTANT APRÈS AVOIR ÉTÉ SÉPARÉES DE LA PLANTE

		Feuilles vertes au stade I	Feuilles pigmentées en dehors de la plante
Substance sèche pour 100 de substance fraîche..		28,07	33,72
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	6,6	8,7
	acides organiques combinés .	35,5	42,0
	acides organiques totaux....	**43,1**	**50,7**
Par gr. de substance sèche	acides organiques libres.....	23,5	26,0
	acides organiques combinés.	130,1	124,6
	acides organiques totaux....	**153,6**	**150,6**

On a vu plus haut pour quelles raisons les résultats rapportés au gramme de substance fraîche ne pouvaient être retenus ; de plus, ici, dans le cas particulier de pigmentation lente d'un organe en dehors de la plante, l'organe qui se pigmente perd de l'eau, le poids de sa substance fraîche diminue et, de ce fait, le rapport des acides organiques à la substance fraîche se trouve augmenté. On ne peut donc tenir compte des résultats rapportés à un gramme de substance fraîche.

Les résultats rapportés à un gramme de substance sèche, qui sont les seuls importants, ne traduisent pas de variations sensibles de la teneur en acides organiques dans des feuilles qui rougissent après avoir été séparées de la plante.

Les résultats obtenus au cours des analyses effectuées sur des feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata* sont donc tout à fait semblables aux résultats des analyses effectuées sur des corolles de *Cobæa scandens*.

IV. — Variations de la teneur en acides organiques au cours de la formation d'anthocyane dans des axes hypocotylés.

J'ai utilisé pour cette étude des germinations de Sarrasin (*Polygonum Fagopyrum*). Les graines de Sarrasin, mises à germer à l'obscurité, donnent naissance à des plantules jaunes, étiolées, dont les axes hypocotylés, dès qu'on les expose à la lumière, forment très rapidement de l'anthocyane. Les plantules de Sarrasin constituent donc un excellent matériel pour l'étude de la pigmentation anthocyanique.

Dans une première série d'analyses, j'ai étudié les variations de la teneur en acides organiques dans des axes hypocotylés de Sarrasin, développés à l'obscurité et se pigmentant à la lumière sans avoir été séparés du reste de la plantule.

J'ai opéré de la manière suivante : deux lots de graines ont été semés dans deux pots différents maintenus à l'obscurité ; après une dizaine de jours de développement, les plantules de l'un des pots ont été récoltées, leurs axes hypocotylés ont été séparés des racines et des cotylédons, puis analysés immédiatement.

D'autre part, le deuxième pot, renfermant le second lot de plantules, a été exposé en pleine lumière, et les axes hypocotylés se sont pigmentés dans les 48 heures qui ont suivi ; au bout de ce temps, on a séparé des racines et des cotylédons les axes hypocotylés, qu'on a analysés.

Les analyses ont porté, dans les deux cas, sur soixante axes hypocotylés, et ont donné les résultats suivants :

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES
DANS DES AXES HYPOCOTYLÉS DE SARRASIN
SE PIGMENTANT SANS AVOIR ÉTÉ SÉPARÉS DE LA PLANTULE

		Axes hypocotylés jaunes	Axes hypocotylés rouges après exposition à la lumière
Substance sèche pour 100 de substance fraîche ...		3,41	3,53
Par gr. de substance fraîche	acides organiques libres.....	3,6	4,0
	acides organiques combinés.	2,3	1,8
	acides organiques totaux....	**5,9**	**5,8**
Par gr. de substance sèche	acides organiques libres.....	108,1	114,5
	acides organiques combinés.	67,1	51,8
	acides organiques totaux....	**175,2**	**166,3**
Par organe	acides organiques libres.....	0,6	0,4
	acides organiques combinés.	0,4	0,2
	acides organiques totaux....	**1,0**	**0,6**

Dans cette expérience, les résultats rapportés au gramme de substance sèche mettent en évidence une augmentation des acides organiques libres, une diminution des acides organiques combinés et enfin une diminution des acides organiques totaux, au cours de la formation d'anthocyane pendant l'exposition à la lumière.

C'est le seul cas où l'on constate, dans un organe non séparé du reste de la plante, une diminution des acides organiques totaux, au cours de la pigmentation anthocyanique.

Une seconde série d'analyses a été effectuée dans le but d'obtenir des résultats qui soient à l'abri des modifications dues aux migrations de substances. Les germinations étiolées de Sarrasin se prêtent tout à fait bien à ces expériences : leurs axes hypocotylés, séparés du reste de la plantule et exposés à la lumière, rougissent en quarante-huit heures d'une manière intense.

On a opéré de la façon suivante : une grande quantité de graines de Sarrasin ont été semées en pots et maintenues à l'obscurité, les germinations provenant de ces graines devant servir à toute la

série d'expériences dont il va être question. Après huit jours de développement, on a récolté une partie des plantules, dont on a séparé les axes hypocotylés, qu'on a divisés en trois lots.

200 axes hypocotylés, constituant le premier lot, ont été analysés immédiatement.

200 axes hypocotylés, constituant le second lot, ont été pesés, puis étalés sur une bande de tarlatane tendue au-dessus d'un cristallisoir contenant de l'eau ; ce cristallisoir a été porté ensuite à la lumière, et recouvert d'une cloche afin d'éviter une trop grande dessiccation.

Enfin, 200 axes hypocotylés constituant le troisième lot ont été traités comme les précédents, mais maintenus à l'obscurité.

Après quarante-huit heures, les axes hypocotylés exposés à la lumière étaient colorés en rouge vif ; on les a analysés, ainsi que ceux du troisième lot, qui avaient été exposés à l'obscurité et étaient restés jaunes.

Le même jour, une deuxième expérience, en tous points identique à la première et comportant aussi trois lots, a été mise en train ; on a par conséquent utilisé des plantules âgées de deux jours de plus que celles qui avaient été employées dans la première expérience, donc des plantules âgées de dix jours.

Deux jours après, on a récolté les axes hypocotylés de la deuxième expérience exposés à la lumière et à l'obscurité, et on a mis en train une troisième expérience, en utilisant des plantules âgées de deux jours de plus que celles de la deuxième expérience, et par conséquent âgées de douze jours.

Une quatrième, puis une cinquième expérience ont été successivement effectuées de la même manière, avec des plantules âgées respectivement de quatorze jours et de seize jours.

Le rougissement des axes hypocotylés isolés de la plantule, puis exposés à la lumière, se produit d'une manière très intense dans la première, la deuxième et la troisième expérience. Les axes hypocotylés plus âgés (14 jours) employés dans la quatrième expérience ont montré une formation d'anthocyane beaucoup moins forte. Enfin, la pigmentation a été très faible dans la cinquième expérience, c'est-à-dire chez des axes hypocotylés âgés de 16 jours.

VARIATIONS DES ACIDES ORGANIQUES DANS DES AXES HYPOCOTYLÉS DE SARRASIN SE PIGMENTANT APRÈS AVOIR ÉTÉ SÉPARÉS DE LA PLANTULE

			1re EXPÉRIENCE	2e EXPÉRIENCE	3e EXPÉRIENCE	4e EXPÉRIENCE	5e EXPÉRIENCE
			Du 8e au 10e jour de germination	Du 10e au 12e jour de germination	Du 12e au 14e jour de germination	Du 14e au 16e jour de germination	Du 16e au 18e jour de germination
Résultats rapportés au gr. de substance fraîche	Axes hypocotylés de plantules développées à l'obscurité et analysés aussitôt après section.	Acides organiques libres...	2,4	2,1	1,7	1,7	2,3
		Acides organiques combinés.	2,1	2,0	2,0	2,3	2,0
		Acides organiques totaux...	**4,5**	**4,1**	**3,7**	**4,0**	**4,3**
	Axes analogues, mais sectionnés et rougis par exposition à la lumière pendant 48 heures.	Acides organiques libres...	4,3	1,8	3,0	3,0	2,7
		Acides organiques combinés.	4,6	3,3	2,5	4,0	3,6
		Acides organiques totaux...	**8,9**	**5,1**	**5,5**	**7,0**	**6,3**
	Axes analogues, mais sectionnés et maintenus à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres...	2,1	2,0	2,0	1,4	2,5
		Acides organiques combinés.	2,3	1,9	1,5	2,0	1,8
		Acides organiques totaux...	**4,4**	**3,9**	**3,5**	**3,4**	**4,3**
	Axes analogues, mais étant restés en relation avec le reste de la plantule à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres....	2,1	1,7	1,7	2,3	
		Acides organiques combinés.	2,0	2,0	2,3	2,0	
		Acides organiques totaux...	**4,1**	**3,7**	**4,0**	**4,3**	
Résultats rapportés au gr. de substance sèche	*Axes hypocotylés de plantules développées à l'obscurité et analysés aussitôt après section*	*Acides organiques libres...*	50,6	57,7	54,6	60,1	84,3
		Acides organiques combinés.	44,8	54,3	64,6	79,1	73,3
		Acides organiques totaux...	**95,4**	**112,0**	**119,2**	**139,2**	**157,6**
	Axes analogues, mais sectionnés et rougis par exposition à la lumière pendant 48 heures.	Acides organiques libres....	43,4	52,3	56,7	58,5	65,0
		Acides organiques combinés.	42,3	55,9	41,2	57,7	87,5
		Acides organiques totaux...	**85,7**	**108,2**	**97,9**	**111,2**	**152,5**
	Axes analogues, mais sectionnés et maintenus à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres....	49,2	59,6	62,5	52,7	85,8
		Acides organiques combinés.	53,5	55,7	46,1	73,6	64,0
		Acides organiques totaux...	**102,7**	**115,3**	**108,6**	**126 3**	**149,8**
	Axes analogues, mais étant restés en relation avec le reste de la plantule à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres...	57,7	54,6	60,1	84,3	
		Acides organiques combinés	54,3	64,6	79,1	73,3	
		Acides organiques totaux...	**112,0**	**119,2**	**139,2**	**157,6**	
Résultats rapportés à l'organe	Axes hypocotylés de plantules développées à l'obscurité et analysés aussitôt après section.	Acides organiques libres....	0,187	0,211	0,192	0,214	0,286
		Acides organiques combinés.	0,174	0,192	0,225	0,309	0,236
		Acides organiques totaux....	**0,361**	**0,403**	**0,417**	**0,524**	**0,522**
	Axes analogues, mais sectionnés et rougis par exposition à la lumière pendant 48 heures	Acides organiques libres ...	0,143	0,181	0,181	0,187	0,220
		Acides organiques combinés.	0,132	0,187	0,141	0,219	0,294
		Acides organiques totaux...	**0,275**	**0,368**	**0,322**	**0,406**	**0,514**
	Axes analogues, mais sectionnés et maintenus à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres....	0,170	0,214	0,220	0,203	0,231
		Acides organiques combinés.	0,180	0,187	0,162	0,249	0,210
		Acides organiques totaux...	**0,350**	**0,401**	**0,382**	**0,452**	**0,441**
	Axes analogues, mais étant restés en relation avec le reste de la plantule à l'obscurité pendant 48 heures.	Acides organiques libres....	0,211	0,192	0,214	0,286	
		Acides organiques combinés.	0,192	0,225	0,309	0,236	
		Acides organiques totaux...	**0,403**	**0,417**	**0,524**	**0,522**	

Dans l'exposé des résultats, j'ai, pour chaque expérience, groupé les quatre données suivantes :

I. Teneur en acides organiques d'axes hypocotylés au moment où ils viennent d'être séparés de la plantule, cette dernière s'étant développée à l'obscurité. (pour la première expérience, ces axes hypocotylés sont âgés de huit jours).

II. Teneur en acides organiques d'axes analogues mais séparés du reste de la plantule et rougis par exposition à la *lumière* pendant quarante-huit heures, ces axes hypocotylés sont donc âgés de dix jours).

III. Teneur en acides organiques d'axes hypocotylés analogues et séparés du reste de la plantule, mais exposés à l'*obscurité* pendant quarante-huit heures. (ces axes hypocotylés sont également âgés de dix jours).

IV. Teneur en acides organiques d'axes hypocotylés analogues, mais restés en relation avec la plantule pendant les quarante-huit heures où les axes hypocotylés précédents ont été exposés soit à la lumière, soit à l'obscurité. (ces axes hypocotylés sont donc aussi âgés de dix jours..

Les trois premiers résultats sont fournis par une expérience complète, le quatrième résultat est fourni par le début de l'expérience suivante.

La comparaison des résultats I et II rend compte de la variation qui s'est produite pendant un temps de quarante-huit heures dans la teneur en acides organiques d'axes hypocotylés isolés de la plantule et exposés à la lumière où ils ont rougi.

La comparaison des résultats I et III rend compte de la variation qui s'est produite pendant un temps de quarante-huit heures dans la teneur en acides organiques d'axes hypocotylés isolés de la plantule et exposés à l'obscurité où ils n'ont pas rougi.

La comparaison des résultats I et IV rend compte de la variation qui s'est produite pendant un temps de quarante-huit heures dans la teneur en acides organiques d'axes hypocotylés restés en relation avec le reste de la plantule et maintenus à l'obscurité où ils n'ont pas rougi.

Ces recherches sur les axes hypocotylés de Sarrasin montrent bien encore que l'on ne peut pas accorder une grande valeur aux

résultats rapportés au gramme de substance fraîche. La perte d'eau ou l'enrichissement en eau éprouvés par les tissus varient d'une façon profonde suivant les conditions dans lesquelles se trouvent les axes hypocotylés. C'est ainsi, par exemple, que les axes de plantules se développant normalement à l'obscurité s'enrichissent progressivement en eau : La quantité de substance sèche contenue dans 100 grammes de substance fraîche est en effet de $4^{gr},2$ dans les axes âgés de huit jours, de $3^{gr},71$ dans les axes âgés de dix jours, de $3^{gr},15$ dans les axes âgés de douze jours, de $2^{gr},91$ dans les axes âgés de quatorze jours, et de $2^{gr},79$ dans les axes âgés de seize jours.

Par contre, les axes séparés de la plantule s'appauvrissent en eau pendant les quarante-huit heures que dure chaque expérience, et surtout quand ils sont exposés à la lumière. Dans ce dernier cas, les teneurs de 100 grammes de substance fraîche en substance sèche passent respectivement, dans les cinq expériences effectuées, de $4^{gr},82$ à $10^{gr},9$, de $3^{gr},71$ à $6^{gr},0$, de $3^{gr},15$ à $6^{gr},27$, de $2^{gr},91$ à $6^{gr},97$, enfin de $2^{gr},79$ à $5^{gr},98$. Même si les acides organiques ne subissaient aucune variation dans les organes ainsi traités, les résultats rapportés au gramme de substance fraîche les feraient apparaître comme s'accumulant dans les expériences où la substance fraîche s'enrichit en substance sèche, et comme diminuant dans le cas contraire.

Aussi voit-on, sur le tableau ci-dessus, dans les résultats rapportés au gramme de substance fraîche, la teneur en acides organiques augmenter sensiblement par exposition des axes hypocotylés à la lumière, tandis que les résultats rapportés au gramme de substance sèche ou à l'organe mettent en évidence le phénomène contraire.

Les résultats rapportés au gramme de substance sèche traduisent les faits suivants :

1° Lorsque des plantules de Sarrasin se développent à l'obscurité, la teneur de leurs axes hypocotylés en acides organiques totaux augmente régulièrement ($95^{mgr},4$, $112^{mgr},0$, $119^{mgr},2$, $139^{mgr},2$, $157^{mgr},6$ par gramme de substance sèche) :

2° Dans les axes hypocotyles de Sarrasin, séparés du reste de la plantule et maintenus à l'obscurité pendant quarante-huit heures, la teneur en acides organiques totaux éprouve des variations différentes suivant l'âge de ces axes. Chez des axes âgés de huit jours,

les acides organiques augmentent (+ $7^{mgr},3$ par gramme de substance sèche); chez des axes âgés de dix jours, la teneur en acides organiques reste à peu près constante (+ $3^{mgr},3$); chez des axes âgés de douze jours, cette teneur diminue (— $10^{mgr},6$); la diminution persiste chez des axes âgés de quatorze jours (— $12^{mgr},9$); elle est encore sensible chez des axes âgés de seize jours (— $7^{mgr},8$).

3° Dans les axes hypocotylés séparés du reste de la plantule, placés à la lumière pendant quarante-huit heures et où la pigmentation anthocyanique se produit, on constate que, dans tous les cas, il y a diminution de la teneur en acides organiques ; cette diminution a lieu aussi bien chez des axes hypocotylés jeunes se pigmentant d'une façon intense que chez des axes plus âgés se pigmentant faiblement. Elle est successivement pour les cinq expériences effectuées de — $9^{mgr},7$. — $3^{mgr},8$, — $21^{mgr},3$, — $28^{mgr},0$, — $5^{mgr},1$ par gramme de substance sèche.

Les résultats rapportés à un organe montrent des faits analogues dans l'ensemble.

V. — RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Les résultats qui ont été obtenus au cours de ces recherches peuvent être résumés de la manière suivante :

I. Considérons tout d'abord des organes chez lesquels s'effectue la pigmentation anthocyanique, et se trouvant normalement en relation avec le reste de la plante qui les a produits.

A) Dans les corolles de *Cobæa scandens*, ainsi que dans les feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*, la formation de l'anthocyane est corrélative d'une augmentation de la teneur en acides organiques. Il est à noter que tant que l'organe ne se pigmente pas, sa teneur en acides organiques ne varie pas sensiblement, et que l'augmentation ne se produit qu'au moment de la pigmentation (corolles de *Cobæa scandens*). De plus, on remarque également que la teneur en acides organiques croît régulièrement à mesure que la pigmentation devient plus intense (feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*).

B. Dans les axes hypocotylés de Sarrasin, la formation de l'anthocyane est au contraire accompagnée d'une diminution de la teneur en acides organiques.

II Considérons maintenant des organes qui se sont colorés après avoir été séparés du reste de la plante qui les a produits.

Dans les trois sortes d'organes étudiées, corolles de *Cobæa scandens*, feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*, axes hypocotylés de Sarrasin, la formation d'anthocyane n'a jamais été accompagnée d'une augmentation de la teneur en acides organiques.

Ou bien les variations de cette teneur ont été faibles ou nulles (*Cobæa scandens, Ampelopsis tricuspidata*).

Ou bien cette variation a consisté en une diminution (Sarrasin).

Quelques faits, qui ne sont pas en relation avec la formation de l'anthocyane, mais qui ont trait à la formation et à la destruction des acides organiques, sont également à noter :

1° Les axes hypocotylés de plantules (Sarrasin) développées à l'obscurité s'enrichissent en acides organiques au cours de ce développement; sectionnés et exposés à la lumière, ils perdent une proportion notable de ces acides. Ces deux faits sont en concordance avec ce que nous connaissons des variations des acides organiques à l'obscurité et à la lumière.

2° Mais de plus, tandis que des axes hypocotylés, âgés de douze, quatorze ou seize jours, encore rattachés au reste de la plantule, s'enrichissent en acides organiques pendant leur séjour à l'obscurité, des axes analogues, mais séparés de la plantule et également maintenus à l'obscurité, s'appauvrissent au contraire en acides organiques. Il faut probablement chercher la raison de cet appauvrissement dans la faible teneur en aliments respiratoires des axes séparés du reste de la plantule. Il y a là, pour des études relatives au mécanisme de la formation et de la destruction des acides organiques, un matériel de recherches intéressant que je me propose d'utiliser.

VI. — DISCUSSION DES RÉSULTATS

Quelles déductions pouvons-nous tirer de ces résultats au point de vue de l'étude du mécanisme de la formation des anthocyanes?

On a vu que ces pigments, qui doivent être considérés maintenant comme se constituant par réduction aux dépens de pigments flavoniques jaunes, apparaissent dans les tissus en même temps que ces derniers fixent de l'oxygène.

Raoul Combes (1) a émis l'hypothèse que la pigmentation anthocyanique, phénomène de réduction, doit être corrélative de phénomènes d'oxydation portant sur des corps dont il reste à déterminer la nature, l'oxydation de ces corps réalisant ainsi un milieu réducteur à la faveur duquel se forme l'anthocyane.

Nicolas (2) suppose que ces corps qui s'oxydent dans les cellules où apparaît l'anthocyane sont les substances aux dépens desquelles se constituent les acides organiques : si cette intéressante explication est exacte, on doit constater une active formation d'acides dans les tissus en voie de pigmentation.

On a vu plus haut que *l'acidité* d'un tissu ne rend pas compte de *la teneur en acides organiques* de ce tissu. Il faut de plus remarquer que la teneur elle-même d'un tissu en acides organiques ne doit pas se confondre avec l'intensité de la formation de ces acides, elle représente seulement la résultante de deux phénomènes contraires : la *formation* de ces substances d'une part, et leur *destruction* d'autre part.

Ceci rappelé, voyons si l'hypothèse proposée est compatible avec les faits mis en évidence dans ces recherches.

Il y a bien augmentation de la teneur en acides organiques dans des corolles de *Cobæa scandens* et dans des feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata* se pigmentant sur la plante, par conséquent les résultats relatifs à ces deux exemples paraissent en accord avec l'explication donnée par Nicolas. Il faut toutefois remarquer que si l'on peut expliquer l'augmentation constatée par une *formation* d'acides organiques, on peut également l'expliquer par une *immigration*. Ce

(1) Raoul Combes. (*Loc cit.*).
(2) Nicolas. (*Loc. cit.*).

sont donc les résultats relatifs à la pigmentation d'organes séparés du reste de la plante, lesquels sont à l'abri de cette objection, qui doivent surtout être pris en considération.

Or, ces résultats, ainsi d'ailleurs que ceux qui sont relatifs aux axes hypocotylés de Sarrasin se pigmentant sur la plante, montrent que dans ces conditions, la pigmentation anthocyanique n'est pas accompagnée d'une augmentation des acides organiques. Doit-on en déduire que la formation de l'anthocyane n'est pas corrélative de la formation des acides organiques, et doit-on ainsi rejeter l'hypothèse de Nicolas?

Je pense que de nouvelles recherches doivent être faites avant d'adopter cette conclusion; l'hypothèse proposée reste vraisemblable malgré ces résultats qui semblent devoir la faire rejeter.

En effet, les résultats dont il s'agit expriment la teneur des tissus en acides organiques : comme il a été dit plus haut, la teneur des tissus en acides organiques n'est que la résultante de la formation et de la destruction de ces substances. Une dimmution de la teneur en acides organiques ne signifie pas nécessairement qu'il y ait ralentissement de la formation, elle peut être aussi bien expliquée par une accélération de la destruction.

Or, il n'est pas impossible que les conditions dans lesquelles se trouve l'organe au moment où il se pigmente augmentent les phénomènes de destruction des acides organiques. Il en est certainement ainsi dans le cas du rougissement d'axes hypocotylés de Sarrasin déterminé par l'exposition à la lumière : on sait, en effet, que dans des tissus étiolés exposés à la lumière, il y a destruction active des acides organiques.

Il faudrait donc, pour résoudre la question d'une manière définitive, pouvoir déterminer non pas la teneur des tissus en acides organiques, mais l'intensité de la formation de ces acides, ce qui est difficile dans l'état actuel de nos connaissances. Mais il est tout au moins possible d'activer ou de ralentir ce phénomène de formation, et il est permis de penser qu'en étudiant l'influence de cette accélération ou de ce ralentissement de la formation des acides organiques sur la pigmentation anthocyanique, on pourra réunir des données intéressantes sur la question qui nous occupe.

Les résultats qui viennent d'être exposés suggèrent une autre manière d'aborder la question :

C'est le fait que de l'oxygène est fixé par les tissus pendant la pigmentation anthocyanique qui a conduit à penser que, puisque l'anthocyane se forme par réduction, ce sont d'autres corps qui fixent cet oxygène et aboutissent à la formation d'acides organiques par exemple.

Dans tous les organes en voie de pigmentation anthocyanique étudiés par Raoul Combes (1), Rosé (2) et Nicolas (3), la formation d'anthocyane est en effet corrélative d'une fixation d'oxygène ; mes expériences mettent en évidence des cas où la pigmentation se produit, quoique la teneur en acides organiques diminue. Si la formation des acides organiques doit expliquer la fixation d'oxygène on ne doit pas constater cette fixation dans des organes tels que les corolles de *Cobæa scandens*, les feuilles d'*Ampelopsis tricuspidata*, les axes hypocotylés de Sarrasin, séparés de la plante, et où la teneur en acides organiques subit une diminution, quoique la pigmentation ait lieu.

En d'autres termes, si c'est à la formation des acides qu'est due la fixation de l'oxygène par un organe en voie de pigmentation, on doit constater que dans un organe où la destruction des acides est plus active que la formation, il n'y a pas fixation d'oxygène.

Ces premières recherches, si elles ne résolvent pas d'une manière définitive la question que nous nous sommes posée, apportent cependant un certain nombre de résultats qui permettent d'entrevoir la voie à suivre pour arriver à l'élucider.

J'indiquerai, dans un prochain travail, les résultats obtenus au cours d'expériences entreprises dans ce sens.

(1) Raoul Combes. (*Loc. cit.*).
(2) Rosé. (*Loc. cit.*).
(3) Nicolas. (*Loc. cit.*).

OBTENTION
D'UNE ESPÈCE NOUVELLE D'ASPHODÈLE
PAR L'ACTION DU CLIMAT MARIN

par M. Lucien DANIEL

(suite)

L'année suivante, en 1919, la floraison débuta plus tardivement ; la première fleur s'épanouit le 26 avril et les dernières, le 8 juin ; la durée totale de la floraison du pied fut donc de 44 jours. Les chiffres suivants donnent le nombre des fleurs épanouies chaque jour pendant cette période :

1, 1, 0, 0, 0, 3, 2, 6, 9, 3, 7, 9, 14, 23, 27, 29, *36*, *46*, *30*, *57*, *50*, *56*, **77,** *32*, *58*, **43,** *46*, *58*, *61*, *67*, *48*, *53*, *38*, *46*, *47*, *45*, *49*, 12, 11, 7, 8, 4, 7 et 6. Total : 1162 fleurs.

Le maximum de floraison fut beaucoup moins prononcé comme valeur qu'en 1919, mais dura plus longtemps. Du 12 mai au 1er juin, la floraison fut sensiblement régulière, les conditions climatologiques n'ayant pas presenté dans cette période de variation très marquée. **Les sommets de la courbe furent très peu prononcés.**

En 1920, la floraison débuta le 7 avril, et cette avance fut la conséquence de la douceur exceptionnelle de l'hiver ; elle se termina le 12 juin, durant ainsi 66 jours. Les nombres de fleurs journellement ouvertes furent les suivants :

3, 4, 4, 7, 21, 12, 18, 17, 18, 14, 20, 25, 45, 19, 36, 41, 23, 19, 20, 30, 52, 8, 15, 20, 25, 30, 37, 49, *97*, 63, 69, 75, 86, 70, 95, 120, **146,** 130, 102, 94, *122*, 103, 91, 76, 88, 75, 80, 78, 64, 84, *104*, 69, 51, 38, 12, 4, 2, 3, 1, 0, 1, 1, 2 et 4. Total : 1162 fleurs.

La courbe de floraison présente cinq sommets assez tranchés, montrant ici des fluctuations en rapport avec les conditions climatologiques plus accentuées comme à-coups que dans les années précédentes.

Ces chiffres, malgré leur aridité, sont instructifs. Ils confirment les conclusions que j'ai tirées de mes longues études biométriques sur les variations considérables de la floraison chez les espèces indigènes ou exotiques qui vivent à Erquy et à Rennes dans des stations différentes.

Comme chez la plupart de ces espèces, la durée de floraison de l'Asphodèle, à Rennes, est variable suivant les années, pour le même exemplaire, venant dans le même point. Elle est, ainsi que le nombre des fleurs chez des exemplaires auxquels on conserve le même nombre de tiges florales de même vigueur, fonction de la climatologie des années (1).

La floraison s'effectue suivant une courbe régulière, avec un sommet bien tranché, quand la météorologie n'a pas présenté d'à-coups au moment où la plante fleurit ; la courbe devient irrégulière et à plusieurs sommets quand il y a des à-coups climatologiques prononcés pendant la durée de la floraison.

e) *Fructification.* — Quand le fruit doit persister après la fécondation, le pédoncule se redresse verticalement ; l'ovaire grossit puis il se débarrasse au bout de quelques jours des pièces florales qui se sont désséchées plus ou moins vite et se sont tordues en sens variés. Ces pièces se détachent à leur base en formant une sorte de calotte hémisphérique qui coiffe pendant quelques jours encore le sommet du jeune fruit.

Quand elles tombent, le fruit, d'un beau vert, est de forme presque arrondie. Il est légerement charnu, triloculaire et présente deux grosses graines dans chaque loge. A maturité, il se dessèche et forme une capsule plus ou moins ridée, à déhiscence loulicide, se séparant en trois valves pour laisser échapper les graines (fig. 4, pl. 43).

(1) Il va de soi que le nombre des fleurs, considéré en lui-même au cours de plusieurs années successives, n'a d'intérêt que si l'on compare des pieds de même vigueur, auxquels on a laissé le même nombre de tiges florales. S'il y a des tiges plus ou moins nombreuses suivant les années, il y a aussi, toutes conditions égales d'ailleurs, plus ou moins de fleurs, mais cela n'empêche nullement d'obtenir des courbes comparables quant à l'allure de la floraison.

Celles-ci sont triquètres, à testa crustacé, noires et anguleuses. Elles possèdent un ombilic ventral, linéaire. L'embryon est axile, parallèle à l'ombilic, égal à l'albumen et possède une extrémité radiculaire infère.

Au moment où se fait la maturation des fruits, qui sont en général nombreux (60) et plus, sur chaque inflorescence et assez gros (pl. 44, à droite), les feuilles anciennes de la rosette de la tige se dessèchent et meurent. On pourrait croire toute la plante morte et cependant il n'en est rien. Bientôt, en effet, dans le courant du mois de juillet et à des époques variables suivant les années, on voit apparaître de nouvelles feuilles qui forment rosette et fabriquent les réserves destinées à la floraison de l'année suivante.

Ce sont les griffes, munies de rosette, qui, en se séparant facilement, permettent la multiplication végétative de la plante. C'est celle-ci qui est la plus employée, car elle est des plus faciles et chaque année, il se forme de nombreuses griffes munies de bourgeons qui étendent le pied mère. Celui-ci se maintient d'ailleurs sans aucun soin et absolument au même point, puisque la place lui est parcimonieusement mesurée au jardin botanique depuis plus de 40 ans qu'il y a été planté. Il ne s'en porte pas plus mal pour cela.

La multiplication par graines est également des plus faciles. Les jeunes pieds donnent une faible rosette la première année ; cette rosette devient plus forte l'année suivante, mais ne fournit pas de tiges florales. C'est seulement la troisième année que les tiges florales se forment. Comme les pieds venus de griffes fleurissent la première année de leur plantation, on conçoit que le semis ne soit pas usité, dès l'instant qu'il demande beaucoup plus de soins et retarde la floraison par rapport à la multiplication végétative.

III

Caractères de l'*Asphodelus luteoides*

La race que j'ai obtenue à Erquy, et que j'ai désignée sous le nom d'*Asphodelus luteoides* pour la distinguer de l'espèce originelle, diffère considérablement de celle-ci par ses appareils végétatif et reproducteur.

1. Appareil végétatif

Les tiges de cette race nouvelle sont plus grêles que celles du type : elles ont 0 mètre 70 à 1 mètre de hauteur ; moins raides, elles se courbent souvent à la base au lieu de rester érigées. Elles se redressent pour la plupart au moment de la floraison, surtout si les pluies ne sont pas trop abondantes. Les feuilles sont très nombreuses sur les tiges, surtout au sommet où elles forment une sorte de panache (pl. 12, à droite). Elles sont trigones, en alène, sillonnées et dilatées à leur base. Les feuilles radicales en rosette ont 30 centimètres de long sur 2 à 3 millimètres de large. Elles sont ainsi plus étroites et plus minces que chez l'*Asphodelus luteus*. Le limbe porte sept cordons saillants vers la base, séparés par six sillons blanchâtres, moins larges, d'où sa teinte moins glauque. Les feuilles de la tige sont elles-mêmes plus étroites et ont 2 millimètres d'épaisseur.

Si l'on pratique une coupe transversale à quelques centimètres de la gaine chez une de ces feuilles de la tige prise à un niveau et dans des conditions comparables à celles de l'*Asphodelus luteus*, on constate qu'il y a aussi des changements de structure importants.

L'épiderme a la cuticule plus épaisse ; aux angles, celle-ci se prolonge en pointes saillantes qui prennent l'aspect de crêtes dures. Les cordons ont une cuticule plus épaisse que les sillons et chez ceux-ci, elle est d'autant plus mince que les sillons sont plus profonds.

Les stomates sont surtout abondants au fond des sillons. A surface égale, ils sont moins nombreux que sur le pied primitif ; on trouve, à Rennes, 9 stomates à la face inférieure et 6 à la face supérieure, en moyenne, quand, chez l'*Asphodelus luteoides*, pour une même surface, on compte en moyenne 5 stomates à la face inférieure et 3 à la face supérieure. A Erquy, les stomates sont situés au fond de puits plus profonds qu'à Rennes, et par conséquent mieux protégés contre le milieu sec.

Les chambres sous-stomatiques sont beaucoup plus étroites. Le tissu palissadique est moins épais ; ses cellules sont plus petites. Il s'étend presque sur tout le pourtour de la feuille, tout en étant un peu plus lâche au niveau des sillons. La lacune centrale est grande, et proportionnellement plus large, moins allongée. Les raphides et les cristaux en oursin sont plus nombreux, ce qui indique qu'il y a eu, à un moment donné, plus d'acidité dans les tissus (fig. 12 et 13).

Quant aux tissus conducteurs, ils sont eux-mêmes réduits ; les faisceaux libéroligneux, au nombre de six dans la coupe étudiée ici, étaient de taille inégale ; les latéraux et le médian inférieur étaient plus développés que les trois autres. Les dimensions générales de la coupe étaient plus faibles.

Il n'y avait aucun peloton mycélien dans les cellules des parenchymes : la résistance de la plante au *Puccinia Asphodeli* était donc plus élevée au bord de la mer dans les circonstances particulières qui avaient déterminé la formation de l'*Asphodelus luteoides*. Cependant il ne faudrait pas en conclure que le climat marin empêche le développement des rouilles, en général, car c'est souvent le contraire qui s'observe dans la nature, pour la grande majorité des Urédinées, à Erquy et sur nos côtes bretonnes (1).

Si l'on cherche la signification des changements anatomiques et de la résistance chez l'espèce nouvelle d'Asphodèle, on voit facilement qu'il s'agit d'une adaptation d'ordre xérophytique. En effet, la diminution de l'étendue et du nombre des sillons, l'enfoncement plus considérable des stomates et la réduction de leur quantité, l'augmentation de l'acidité, et aussi celle de l'épaisseur de la cuticule chez les cordons plus exposés à l'air sec, la réduction de la surface totale transpiratoire et son plissement plus prononcé sont tout autant de moyens naturels employés par les plantes pour lutter contre la sécheresse. Or, il est bien naturel que l'Asphodèle ait réagi de la sorte à la suite de son transport à Erquy puisque le milieu y est plus sec qu'à Rennes.

Je n'ai remarqué aucun caractère anatomique décelant une adaptation halophytique. Si l'action des embruns salés s'est exercée, elle est restée, jusqu'ici du moins, d'ordre infinitésimal.

2. Appareil reproducteur

L'appareil reproducteur a, lui aussi, subi des transformations extrêmement importantes et remarquables, portant sur la morphologie des inflorescences et sur les caractères de la floraison, de la fleur et du fruit.

1. Cette année 1920 la rouille a causé des pertes considérables aux récoltes des céréales, en particulier chez l'Avoine. Le *Puccinia Porri* a presque détruit les Poireaux de mon jardin, mais l'*Asphodelus luteoides* est resté indemne. Cette résistance semble donc être d'ordre spécifique.

a. *Inflorescences*. — Si l'on examine l'inflorescence à son début, on constate qu'au lieu de rester massive et conique comme chez l'*Asphodelus luteus*, elle est cylindrique et mince. Tantôt, les premiers axes secondaires naissent presque au niveau des feuilles de la tige : tantôt ils naissent à des distances de 30 centimètres et plus. Cela tient à ce que la vigueur des tiges peut être très variable au moment de la première poussée des inflorescences ; chez les moins vigoureuses, les premiers axes secondaires avortent sans laisser de traces sur une portion plus ou moins grande de leur longueur.

La longueur des inflorescences est devenue en général beaucoup plus considérable ; les unes sont restées simples (fig. 14) ; un certain nombre d'entre elles se sont ramifiées à des degrés divers (pl. 14, à gauche). Ce sont celles qui sont le mieux exposées au soleil qui sont le plus ramifiées, à vigueur égale. J'ai, sous ce rapport, compté les inflorescences ramifiées ou simples chez trois pieds inégalement ensoleillés. A la lumière atténuée, une seule tige a fourni une ramification sur 35 tiges fleuries. A l'exposition ouest, il y a eu 18 tiges ramifiées sur 43 tiges fleuries, avec des ramifications formées de 1, 2, 3, 4, ou 5 rameaux bien développés. A l'exposition sud-est, où l'éclairement était le meilleur, le pied, un peu plus faible au moment de la division de la touffe primitive, a donné 7 tiges ramifiées sur 10 tiges fleuries, avec 1, 2, 3 ou 4 rameaux suivant les tiges.

A l'exposition ouest, les dominantes étaient de 1 ou 2 rameaux par tige ramifiée ; deux seulement avaient 4 rameaux et les deux dernières 3 pour l'une et 5 pour l'autre.

A l'exposition sud-est, la dominante était 3 ; 4 tiges avaient en effet 3 ramifications ; les 3 autres, avaient 1, 2 et 4 rameaux.

Il est bien probable que cette ramification de l'inflorescence se maintiendra et même se développera par la suite, car elle n'est pas apparue *brusquement*, mais *progressivement*. C'est là un point qui a son importance.

Ces rameaux allongés comme la tige principale sont cependant plus courts. Cette année, les inflorescences principales avaient des longueurs variant de 50 à 70 centimètres ; les rameaux secondaires variaient de 30 à 50 centimètres suivant leur vigueur. Cette longueur n'avait aucun rapport avec le nombre des rameaux : les tiges à une seule ramification étaient en apparence aussi vigoureuses que celles portant 4 ou 5 rameaux.

Fig. 14. – Inflorescence simple d'*Asphodelus luteoides*.

La très grande majorité des axes secondaires ne s'allongent que très faiblement ; ce sont des axes courts qui donnent des nombres de fleurs très variables suivant leur place sur l'axe de l'inflorescence. Ceux qui sont voisins du sommet sont plus chétifs et il y en a même qui avortent desséchés, sans fleurir, quand les conditions extérieures sont défavorables, avant que l'inflorescence ait épuisé sa croissance normale.

Dans les trois pieds considérés précédemment, le nombre des fleurs par inflorescence variait, à l'ombre, de 2 à 10 ; à l'exposition ouest, de 2 à 14 ; et à l'exposition sud-est, de 3 à 15. L'éclairement joue donc un rôle à cet égard ; la floraison est favorisée par la lumière, ce qui est un fait bien connu.

Le nombre des axes secondaires courts (cymes) était lui-même variable suivant les pieds et leur exposition. Sur les inflorescences principales, il y avait, pour le pied à l'ombre, 30 à 31 axes secondaires courts ; pour le pied à l'ouest, il y en avait 32 à 33 et, pour le pied au sud, 31 à 41. Les rameaux secondaires en possédaient, chez les mêmes pieds, considérés dans le même ordre, 15 pour le pied à l'ombre ; 25 à 27 chez les deux autres.

L'espacement de ces axes secondaires était loin d'être uniforme. Tantôt, il était égal à zéro, et l'on trouvait ainsi des axes courts opposés ou verticillés. Tantôt, il était de 1 à 3,5 cm. et les axes courts étaient alternes. Tous naissaient à l'aisselle d'une bractée rousse qui, en général, disparaît de bonne heure pendant la floraison.

Quand l'inflorescence est bien développée, elle présente alors un aspect grêle et, chez les tiges ramifiées surtout, un port tout différent de celui de l'*Asphodelus luteus*. Il suffit de comparer les fig. 1 et 2, pl. 43 et la figure de gauche, planche 44, pour s'en rendre compte. Celui qui ignorerait qu'il s'agit d'un exemplaire unique à l'origine se croirait en présence de deux espèces bien distinctes.

b. *Fleur ; modes d'épanouissement et mouvements spontanés. Anomalies.* — Les mouvements spontanés du pédoncule floral se font à Erquy de la même manière qu'à Rennes ; ils sont simplement plus lents d'une façon presque générale. Ces mouvements ont des rapports étroits avec la pesanteur ; il est facile de le démontrer en

couchant horizontalement une inflorescence bien développée ou en la courbant verticalement, le sommet en bas. Dans le premier cas, les fleurs situées à la partie supérieure du rameau se dressent dans la direction verticale : celles qui sont situées sur les côtés prennent une direction angulaire, plus ou moins rapprochée de la verticale suivant leur position d'origine ; enfin celles qui sont situées à la face inférieure subissant une torsion de pédoncule qui ne réussit pas toujours à les redresser complètement. Quand il en est ainsi, la fleur se place horizontalement dans le sens de l'axe ou elle se penche vers le sol.

Dans le second cas, toutes les fleurs se redressent presque verticalement et prennent une position analogue à celle qu'elles avaient sur l'axe non recourbé à 180°. Les mouvements du pédoncule pendant la floraison ont simplement changé de sens, mais ils s'effectuent de la même manière.

La floraison est d'abord centripète mais elle devient plus tard centrifuge, puis, par suite de l'absence de couronnes, elle finit par se faire sans aucun ordre. Il n'y a donc pas à étudier ici, comme chez l'*Asphodelus luteus*, les curieuses variations de ces parties, leur ordre d'apparition, la durée de leur épanouissement, le temps qui s'écoule entre l'apparition de chacune d'elles, le nombre journalier des fleurs qui les constituent.

Le moment d'ouverture des fleurs de l'*Asphodelus luteoides* est très différent de celui de l'*Asphodelus luteus*. Tandis que chez celui-ci, par les beaux jours, la première fleur apparaît de bonne heure, et en général le matin, de 7 à 8 heures suivant la température et que les fleurs se succèdent parfois jusqu'à 14 ou 15 heures, chez l'*Asphodelus luteoides*, les premières fleurs s'ouvrent entre 15 et 16 heures par les journées chaudes et ensoleillées et l'épanouissement finit vers 7 à 8 heures le soir.

Les différences sont donc très sensibles et celui qui se servirait de cette plante comme horloge, à la façon des anciens botanistes, serait singulièrement trompé sur l'heure suivant qu'il serait à Rennes ou à Erquy (1).

La durée journalière de la floraison est condensée chez l'*Asphodelus luteoides* en 7 à 8 heures, tandis que chez l'*Asphodelus luteus* elle est de 12 à 14 heures.

(1) Toutes les heures qui sont indiquées dans ce travail correspondent à l'heure légale, telle qu'elle est observée en France depuis quelques années.

delus luteoides par rapport à celle de l'*Asphodelus luteus* ; elle est de 3 à 4 heures au plus tandis qu'elle peut être de 5 à 6 heures et plus chez le type primitif. Cela tient à ce que, commençant tard dans la soirée, la nuit vient vite et la température n'est plus suffisante pour provoquer le déclanchement des pièces florales.

Lorsque le temps est froid et pluvieux, l'ouverture des fleurs est retardée et peut même ne pas se faire. Si la pluie est de courte durée, intermittente, avec des alternances de soleil et de nuages, la floraison n'est pas influencée et débute à l'heure ordinaire. Si les pluies sont froides et de longue durée, l'ouverture des fleurs, peu influencée d'abord, retarde progressivement ; elle a lieu très tard et finit par cesser. Cela n'empêche pas les fleurs de se liquéfier à l'heure habituelle, vers 23 heures et demie.

Il résulte de ces modifications dans les heures d'épanouissement et de liquéfaction que la fleur de l'Asphodèle à Erquy a une durée de 9 heures environ quand celle de Rennes dure de 12 à 14 heures. La première est ainsi plus éphémère encore que la seconde.

L'ouverture des fleurs se fait tantôt comme à Rennes, tantôt suivant des modes particuliers. Ces modes sont plus nombreux et plus variés, ce qui tient évidemment au climat plus variable d'Erquy.

Il arrive plus rarement que le sépale inférieur se détache isolément le premier. Quand il le fait, il ne s'étale pas aussi brusquement, mais d'une façon progressive, parfois assez lente, surtout si la température n'est pas très élevée. Les cinq autres pièces restent réunies pendant un temps variable suivant la météorologie de la journée et aussi celle des jours précédents qui commande la turgescence des cellules actives des organes floraux.

Il arrive tout aussi fréquemment qu'au lieu de débuter par le sépale inférieur *si*, la fleur s'ouvre par les sépales *sl* ou *sl'*. Le tout dépend naturellement du sens dans lequel s'exerce la maximum de pression du style et des filets des étamines. Souvent aussi, la fleur s'ouvre, comme à Rennes, en deux groupes de 2 et 4 (fig. 9).

Il peut se faire, par des pluies persistantes suivies d'une chaleur lourde et orageuse (1), que l'épanouissement commence par le

(1) La chaleur et l'électricité, séparément ou conjointement, ont une importance considérable sur la durée de l'épanouissement et de la floraison en général. Quand le temps est lourd et orageux, les fleurs passent plus vite chez la plupart des plantes fleuries.

pétale supérieur *ps*. Ainsi, le 12 juillet dernier, dans ces conditions particulières, je constatai que les fleurs, s'ouvrant à 15 heures, possédaient des styles et des étamines qui restaient droits, sans se courber comme à l'ordinaire. Ce furent dès lors les anthères seules qui provoquèrent l'ouverture en grelot, puis la sortie du sépale supérieur *ps* en le détachant progressivement des sépales *sl* et *sl'* et sans rompre l'adhérence de ceux-ci avec les pétales latéraux *pl* et *pl'*. Dans les fentes déterminées par l'étalement du pétale *ps* pénétrèrent peu à peu le style et les filets des étamines. Tantôt, c'étaient les

Fig. 15. — Fleur d'*Asphodelus luteoides* s'ouvrant en fuseau avec les organes reproducteurs non visibles à l'extérieur.

étamines longues qui sortaient seules : tantôt elles étaient accompagnées par tout ou partie des étamines courtes.

Après être restés plus d'une heure droits et horizontaux, les filets et le style finirent par se courber progressivement et, en un quart d'heure environ, ils firent ouvrir les 5 pièces encore réunies.

Ce mode d'ouverture est le plus commun après des pluies chaudes de longue durée. Il y en a un second qui est presque aussi répandu.

Les étamines longues dont les anthères se relèvent verticalement et les anthères des deux étamines courtes supérieures qui agissent dans le même sens pressent simultanément sur le pétale supérieur *ps* et les deux sépales voisins *sl* et *sl'* qui s'ouvrent ensemble et se détachent des trois pièces inférieures qui restent soudées. La fleur

se divise ainsi en deux parties égales, et la fente s'ouvre lentement comme une mâchoire, au quart de sa grandeur.

Au bout d'un temps assez long, d'ailleurs différent suivant les fleurs, un des sépales *sl* ou *sl'* se détache assez brusquement ; le second en fait bientôt autant et dès lors les trois pièces supérieures sont séparées. Pour les trois inférieures, l'ouverture a lieu tantôt au même moment, tantôt après, rarement avant l'épanouissement de la moitié supérieure.

Fig. 16. — Fleur d'*Asphodelus luteoides* s'ouvrant en fuseau, avec les étamines et le style sortant par les fentes.

Les fleurs qui s'ouvrent par les deux modes que je viens de décrire sont celles qui ont le moins souffert des pluies, celles dont la vitalité des pièces florales est restée la plus parfaite. Il y en a qui sont, à des degrés divers, abîmées par les pluies. Celles-ci s'ouvrent alors par des modes divers et particuliers.

Chez ces fleurs, et même chez d'autres qui viennent par le beau temps, l'adhérence des pièces est plus grande au sommet que sur les côtés du périanthe. Dans ce cas, l'ouverture en grelot se fait avec plus de lenteur qu'à Rennes. Il peut se faire que l'ouverture en grelot, qui précède tous les modes d'épanouissement précédents, ne puisse se faire. Le périanthe, ainsi maintenu à son sommet, se raccourcit suivant son axe et se gonfle sur les côtés sous la pression des organes sexuels. Les pièces se séparent seulement en leur milieu

en formant un fuseau, parfois presque sphérique. Style et filets des étamines s'insinuent dans les espaces devenus libres et sortent à l'extérieur (fig. 15 et 16).

Le raccourcissement de l'axe et le gonflement de la partie médiane sont souvent considérables. Au lieu d'avoir la longueur normale de 30 mm. environ et un diamètre de 5 mm., les fleurs en fuseau, sur le point de s'ouvrir ont de 20 à 22 mm. de long sur 15 à 16 mm. d'épaisseur.

Au bout d'un temps assez long, variable suivant les jours et suivant les fleurs dans la même journée, les pièces finissent par se détacher à leur sommet. En général, ce sont les sépales qui s'étalent les premiers, ensemble ou séparément et le plus souvent d'une façon brusque et rapide. Plus tard les pétales s'ouvrent d'une façon analogue.

Dans des cas beaucoup plus rares, le fuseau se fend par son milieu en deux moitiés égales Si la fente est dans le sens vertical, c'est-à-dire dans le plan de symétrie de la fleur, la moitié gauche comprend le sépale inférieur *si*, le pétale latéral gauche *pl'* et le sépale latéral *sl'* voisin ; la moitié droite est formée par les autres pièces. Plus tard, les deux groupes de pièces s'épanouissent et leurs parties se séparent, soit brusquement et de la même façon, soit lentement et isolément, de façons variées.

Quand la fente est oblique par rapport au plan de symétrie de la fleur, le groupement des pièces est différent et peut affecter deux autres positions seulement, commandées par la symétrie des pièces du périanthe, ainsi que cela se conçoit facilement.

Quel que soit d'ailleurs le mode d ouverture des fleurs en fuseau, les étamines et le pistil, une fois sortis à l'extérieur et devenus déjetés-ascendants, ne jouent plus aucun rôle dans l'épanouissement final Les pièces du périanthe s'étalent par le jeu des cellules de charnière qui deviennent de plus en plus turgescentes jusqu'à ce qu'elles aient vaincu l'adhérence du sommet

Par les périodes de pluie froide, la fleur finit par s'abîmer en partie : souvent il arrive qu'elle subit une torsion à son sommet ; dans ce cas, l ouverture se fait avec plus de difficultés encore et par des modes particuliers,

Quand la torsion s'effectue dans le plan de symétrie de la fleur, son sommet se courbe de bas en haut, et le périanthe s'ouvre d'abord

en forme de bateau. Le sépale supérieur *ps* se sépare d'un seul côté, soit du sépale *sl*, soit du sépale *sl'*. Par la fente ainsi formée, l'ensemble des étamines et du style se trouve mis à l'air ; c'est à peine s'ils exercent une pression sur les parties inférieures, leur pointe ne rencontrant plus d'obstacle à la face supérieure. Aussi les six pièces, qui forment alors un arc de cercle plus ou moins ouvert, restent-elles longtemps adhérentes entre elles et ne s'ouvrent-elles en général qu'au bout de plusieurs heures. Ce sont les pièces les plus avariées qui s'ouvrent les dernières et se liquéfient les premières.

Si la torsion, au lieu de se faire dans un seul plan, s'effectue en spirale, l'ouverture se fait encore en bateau, mais les pièces, inégalement tordues, se séparent les unes des autres avec difficulté et quelques-unes peuvent ne pas s'étaler.

J'ai remarqué que, à Erquy, les fleurs de l'*Asphodelus luteoides* sont visitées assez souvent par des bourdons, des abeilles et d'autres hyménoptères ailés, par des coléoptères, des mouches, des punaises vertes, des fourmis et, très rarement, par des pucerons provenant de plantes voisines.

Les coléoptères et les fourmis se contentent, sans en être très friands, de pomper la substance gluante qui réunit les pièces du périanthe, et leurs titillations n'ont guère plus d'effet sur la détente des sépales ou des pétales que l'agitation du vent. Il en est tout autrement quand les abeilles, les bourdons et autres bestioles s'insinuent par l'ouverture en grelot ; en pénétrant à l'intérieur de la fleur, ils exercent une pression très efficace qui provoque l'épanouissement instantané, partiel ou total, de la fleur. Ces insectes recherchent le pollen ou un nectar absent et se retirent désappointés, ce qui ne les empêche pas de recommencer le même manège sur d'autres fleurs, pendant quelque temps encore, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la certitude de l'inutilité de leurs efforts.

On trouve assez fréquemment sur les fleurs fermées une petite punaise verte qui pique sépales et pétales et pompe les jus liquides contenus dans les parenchymes. Quand ces piqûres sont nombreuses, la turgescence des organes est fortement abaissée. Bien que les conditions de milieu extérieur soient convenables, les fleurs ainsi piquées s'ouvrent difficilement comme celles qui s'épanouissent par

les jours de pluie. Souvent elles s'ouvrent en bateau et les pièces étalées se contournent ou se replient en faulx ou en spirale

J'ai observé une seule fois des pucerons sur une fleur qui était sur le point de s'épanouir. Un puceron s'était par hasard posé sur un sépale et, par parthénogénèse, avait donné une dizaine de jeunes individus qui s'étaient mis rapidement à piquer ce sépale et les deux pétales voisins. Ces trois pièces perdirent assez vite leur turgescence quand les trois autres restaient intactes. Les premières ne s'ouvrirent pas tout d'abord, mais les secondes se séparèrent comme à l'ordinaire, assez vite et la fleur présentait alors l'aspect curieux des fleurs de certaines Orchidées. Les étamines étaient sorties entièrement et déjetées-ascendantes, sauf l'étamine courte inférieure dont le filet et l'anthère étaient restés droits et emprisonnés entre les pièces non ouvertes et les filets des étamines supérieures. Il fallut plus d'une heure pour que cette étamine vint à triompher de la résistance des pièces soudées qui s'ouvrirent alors brusquement comme les trois premières. Le lendemain, les pucerons étaient morts et je n'en ai pas revu depuis.

Je ferai remarquer encore que toutes les fleurs n'ont pas la même taille et la même turgescence, non seulement au cours de la floraison totale, mais encore au cours de la floraison journalière. Ces fleurs sont tantôt égales comme dimensions à celles de l'*Asphodelus luteus*, tantôt plus petites. Non ouvertes, elles ont de 28 à 32 mm. de longueur, avec des pétales atteignant 27 à 31 mm. de long. Ouvertes elles ont un diamètre de 45 à 64 mm. Ce sont les fleurs du sommet qui sont les plus petites et à la fin de la floraison, leur taille va en diminuant plus ou moins ; c'est un phénomène fréquent chez beaucoup de plantes et il ne présente donc rien de surprenant.

Mais ces petites fleurs du sommet sont remarquables en ce sens que les filets des étamines et le style se recourbent à peine ou même restent droits. La fleur perd ainsi un de ses caractères spécifiques importants. Cela n'empêche pas le périanthe de s'ouvrir, mais il le fait par ses propres moyens exclusivement. Ces fleurs sont plus nombreuses chez le pied cultivé à l'ombre que chez ceux qui sont en plein soleil.

(A suivre)

REVUE

DES

TRAVAUX PARUS SUR LES LICHENS

DE

1910 A 1919

par M. G. BIORET

(*fin*)

---

2) Ecologie générale. — Darbishire (64) montre combien les Lichens sont dépendants du substratum ainsi que du milieu et comment ils s'y adaptent. Les crevasses aréolées sont un des traits caractéristiques des Lichens crustacés saxicoles ; les Lichens crustacés corticoles, végétant sur les écorces vivantes, diffèrent des Lichens lignicoles végétant sur le bois mort ; les Lichens terricoles et muscicoles se rapprochent des lignicoles ; les Lichens foliacés et frutescents ne sont pas toujours aussi dépendants de la nature du substratum que les Lichens crustacés. — L'auteur donne ensuite un exemple de succession sur une roche : d'abord apparaissent des Lichens crustacés aréolés ; puis s'installe *Parmelia saxatilis*, qui finit par supplanter les premiers ; puis vient, avec quelques Mousses, *Sphærophoron*, d'abord en coussinets, puis en gazon serré : *Parmelia saxatilis* a disparu ; *Sphærophoron* est à son tour supplanté par les Mousses, auxquelles s'ajoutent peu à peu les Fougères et les Phanérogames.

Galloe s'est spécialisé dans l'étude écologique des Lichens et a

publié sur ce sujet trois beaux mémoires (70, 71, 72) où il ajoute aux faits déjà connus les résulfats de ses observations personnelles et des vues originales sur la biologie des groupes de Lichens. L'abondance des matériaux qu'on y trouve rend impossible une révision détaillée de ces mémoires. Les deux premiers sont malheureusement écrits en langue danoise dont la connaissance est peu répandue ; mais le troisième, écrit en anglais, contient bon nombre d'observations et d'idées propres à l'auteur, exposées dans les autres. Le premier mémoire étudie l'écologie des Lichens danois, groupés d'après le substratum ; les Lichens des sables et des dunes, les L. terricoles, les L. épiphytes, les L des landes, des marécages, les L corticoles distribués d'après onze essences différentes, les L. saxicoles sont tour à tour passés en revue ; les descriptions sont richement illustrées de nombreux et clairs dessins représentant surtout des détails anatomiques. — Le second mémoire est une introduction à l'écologie des Lichens sur le globe. L'auteur y discute l'importance du climat et du substratum pour la richesse en espèces et en individus : d'après lui, le climat a beaucoup moins d'influence que le substratum, à l'inverse de ce qu'on constate pour les Phanérogames. Les Lichens sont distribués en six groupes biologiques d'après le substratum : corticoles, épiphylles, terricoles, saxicoles, parasites et saprophytes, chacun de ces groupes ayant des représentants frutescents, foliacés et crustacés. Les Lichens corticoles peuvent préférer certaines essences, sans qu'il soit possible pour le moment d'en donner les raisons ; les Lichens épiphylles ne se rencontrent jamais sur les feuilles annuelles : ils sont presque exclusivement tropicaux. Les Lichens terricoles sont différents suivant la nature du sol ; les fonds tourbeux ou salés, l'humus léger sont dépourvus de Lichens ; la teneur en eau du sol joue un rôle important ; la teneur en matières nutritives n'entre pas en ligne de compte pour une grosse part, cependant la plupart des espèces semblent préférer un sol acide. Les Lichens saxicoles préfèrent

(70) Galloe O. Danske Likeners Okologi. (*Bot. Tidskr.*, t. 28, p. 285-372, 15 pl., 1908).

(71) *Ibid.* Forberende Undersogelser til en almindelig Likenokologi. (Thèse ; gr. 8°, 118 p., 240 fig., Kobenhavn, 1913).

(72) *Ibid.* The Lichen Flora and Lichen Vegetation of Iceland. (*Arbeider fra den bot. Have*, n° 92, 248 p., 1919-1920 ; partie de *The Botany of Iceland*, II 6).

les surfaces normales à la direction des strates; la teneur en calcaire joue un rôle important. Puis, vient dans ce travail l'étude spéciale d'une trentaine de Lichens appartenant surtout au genre *Cladonia* : l'auteur insiste particulièrement sur les « haptères », rameaux ou crampons anastomosants qui relient le thalle aux thalles voisins, aux mousses ou au substratum. — Dans le mémoire sur les Lichens d'Islande la partie floristique est réduite à un simple catalogue de quelques pages : la grosse part est réservée à l'écologie. Dans un premier chapitre, l'auteur traite des modes de propagation, résumant le peu de faits connus concernant le rôle relatif des spores, pycnoconidies, sorédies, portions de thalle, d'une part, et, d'autre part, du vent, de l'eau et des animaux. Il passe ensuite en revue les groupes biologiques représentés en Islande : corticoles, terricoles et saxicoles ; au sujet des premiers il note une différence avec les Lichens lignicoles : l'allongement de la tache lichénique des Lichens crustacés corticoles est causée par l'accroissement en épaisseur de l'arbre, tandis que le thalle des Lichens lignicoles suit les fibres du bois ; sur ce point, Galloe a suivi les données de Lindau : j'espère montrer, dans un prochain mémoire, que le jugement de Lindau est fondé sur de simples apparences et que l'extension du thalle des Lichens hypophléodes dépend de la nature des éléments du périderme, tout comme chez les Lichens lignicoles : l'influence de l'épaississement de l'arbre n'intervient que pour une faible part. Dans le groupe des Lichens terricoles, l'auteur étudie spécialement les types frutescents ; il y distingue : 1° les formes dont l'extension est réalisée par l'hypothalle « hypothallus-wanderers », formes les plus primitives dont les podétions ont une longévité limitée et ne possèdent pas d'haptères, par exemple *Cladonia pyxidata* ; 2° les formes dont l'extension est réalisée par les podétions, « podetion-wanderers », telles que *Cladonia rangiferina*, dont l'hypothalle a vite disparu et dont les podétions richement ramifiés, à nombreuses haptères anastomosantes, ont une croissance et une longévité indéfinies ; 3° les formes dont l'extension est réalisée par les lobes primaires, « primary-scale wanderers », représentées par *Cladonia foliacea*, faisant le passage entre les Lichens frutescents et les Lichens foliacés, à lobes reliés également par de nombreuses haptères. L'auteur s'étend sur les haptères qu'il divise en haptères apicales, h. latérales, h. des lobes primaires, h. des lobes de

podétions. Au sujet des Lichens saxicoles, Dalloe rappelle les données de Fünfstück, Bachmann, Stahlecker, etc Après ces détails morphologiques et biologiques, l'auteur énumère les espèces des différentes associations ; il étudie ensuite la distribution des Lichens suivant l'altitude et il termine par une discussion touchant l'abondance des Lichens en Islande.

Bouly de Lesdain [73], a donné à son importante thèse une longue introduction écologique, où se montre cet excellent esprit d'observation que me vanta plus d'une fois l'abbé Hue. Toute la région comprise dans un large rayon autour de Dunkerque y est fouillée et disséquée pièce par pièce ; les zones maritimes, les dunes littorales et internes, les polders, les berges du canal, la zone plus boisée de l'intérieur, sont tour à tour passés en revue et donnent d'abondantes récoltes. La zone maritime est subdivisée en zone du *Caloplaca citrina*, plus élevée, et zone de l'*Arthopyrenia halodytes*, plus basse. Les substratums les plus variés et les plus extraordinaires portent des Lichens : parmi les substratums moins communs citons les métaux (fer, plomb), le brai, les scories, le carton, le linoleum, le feutre. Les parois internes des coquilles mêmes donnent asile à quatre espèces de Lichens ; la station à l'obscurité détermine quelques modifications dans le thalle et les apothécies : celles-ci sont souvent décolorées et les spores souvent avortées. Enfin l'auteur signale quelques cas de galles provoquées par des piqûres d'insectes sur des Lichens frutescents et des morsures d'Acariens ou de Mollusques qui provoquent l'apparition de nombreuses sorédies.

Mac Lean [74] étudie la flore maritime des Lichens d'un point de la côte anglaise. Elle est représentée par 30 espèces qui se distribuent en 8 associations suivant le substratum : sables, dunes, galets, boue durcie, etc

Rüggeberg [75] a également ajouté au catalogue des Lichens de la région de Göttingen quelques observations écologiques intéressantes. Il y signale, en particulier, l'importance de la nature du

[73] Bouly de Lesdain M. Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque. Thèse (Sorbonne), 301 p., 4 phot., Dunkerque, 1910.

[74] Mac Lean R. The Ecology of the Lichens at Blakeney Point, Norfolk. (*Journ. of Ecology*, t. 3, p. 129-148, 1 pl., 3 fig., 1915).

[75] Rüggeberg H. Die Lichenen des östlichen Weserberglandes. (Inaug. Diss., 82 p., Göttingen, 1910).

substratum pour la distribution des espèces : par exemple, les Frênes et les Erables qui bordent une route ont une végétation lichénique très variée, faite de *Ramalina fraxinea*, *Evernia prunastri*, *Parmelia physodes*, *olivacea*, *Physcia stellaris*, *ciliaris*, *Lecanora pallida*, *subfusca*, avec quelques traces seulement de *Xanthoria parietina*. tandis qu'un pied isolé de *Prunus domestica* est couvert de *Xanthoria* ; ailleurs, les Frênes, Chênes, Erables portent *Evernia prunastri*. *Parmelia saxatilis*, *olivacea*, avec des traces de *Xanthoria*, tandis que les Ormes sont couverts de *Xanthoria*, avec quelques *Physcia pulverulenta* et *Parmelia tiliacea* ; dans les haies voisines, *Prunus spinosa* est garni de *Xanthoria* et d'*Evernia*, tandis que les *Cornus*. *Rhamnus* sont nus ; les blocs de grès du garde-fou d'un pont sont couverts de *Lecidea lithophila* etc., tandis que le ciment calcaire est couvert de *Gasparrinia elegans*. L'auteur fait ressortir encore l'importance de la lumière et celle de l'humidité : les traînées humides des écorces sont marquées par une végétation lichénique plus riche.

Je cite enfin pour mémoire une note de Frazier (76) sur laquelle je n'ai pas d'autres renseignements.

76) Frazier L. Notes on the Ecology of Flora Lichens. (*Proc. J. Ac. Sc.*, t. 21, p. 67-75, 1915).

BIBLIOGRAPHIE

IV. — Contributions floristiques.

EUROPE

Olivier (H.). — Lichens d'Europe. Enumération, stations et distribution géographique, avec clefs dichotomiques des genres et des espèces. — I. Lichens hétéromères à thalle fruticuleux et foliacé. *Mem. Soc. Sc. nat. math.*, Cherbourg, t. 36, pp. 77-261, 1907)

— II. Lichens hétéromères à thalle crustacé (genres *Rinodina, Harpidium, Acarospora, Caloplaca, Placodium, Squamaria*). (*ibid.*, t. 37, pp. 29-200, 1910).

— Etude synoptique et géographique des Lécidés d'Europe (genres *Bœomyces, Gomphilus, Toninia, Bacidia. Arthrospora, Bilimbia, Megalospora, Lecanactis, Gyalecta*). (*Bull. Géogr. bot.*, t. 20, pp. 157-209, 1911).

— Les *Lecidea* de la Flore d'Europe. Etude synoptique et géographique. (*ibid.*, t. 23, pp. 93-183, 1915).

— Les *Pertusaria* de la Flore d'Europe. Etude synoptique, descriptive et géographique. (*ibid.*, t. 21, pp. 193-216, 1912).

— Les *Opegrapha* de la Flore d'Europe Etude synoptique, descriptive et géographique. (*ibid*, t. 23, pp. 1-24, 1914).

— Les *Arthonia* de la Flore d'Europe. Etude synoptique, descriptive et géographique. (*ibid.*, t. 26, pp. 181-218, 1917).

— Les Lichens pyrénocarpés de la Flore d'Europe... (*ibid.*, t. 28, pp. 146-152, 168-183, 1918).

Zschacke (H.). — Die mitteleuropäischen Verrucariaceen. — I. genre *Staurothele*. (Hedwigia, t. 54, pp. 183-198, 1 pl., 1913).

— II. genre *Polyblastia*. (*ibid.*, t. 55, pp. 286-324, 5 pl., 1914). — Nachträge zu I und II. (*ibid.*, t. 60, pp. 1-9, 1918).

— III. genre *Thelidium*. (*ibid.*, t. 62, 1921).

SCANDINAVIE

Alothin (N.). — Bidrag till Kännedom om Skanes lafflora. (*Ark. Bot. Stock.*, t. 13, p. (22), 1912).

Erichsen (F.). — Die Flechten von Kullen in Schweden. (*Verh. Naturw. Ver. Hamburg.*, 3 Folge, t. 21, pp. 25-94, 1913).

Fries (Th.-C.). — (*Gyrophora rugifera* (Nyl.) Th. Fr. funnen i Härjedalen. (*Sv. Bot. Tidskr.*, t. 7. pp. 304-305, 1913).

— Lichenologiska meddelanden. (*ibid.*, t. 12, pp. 256-258, 1918).

Hulting J). — Lichenes nonnulli Scandinaviæ. IV. (*Bot. Notis*., pp. 303-306, 1910).

— V. (*ibid*., pp. 61-64, 1915).

— En bokskog i Västergötland och dess lafflora. (*Sv. Bot. Tidskr.* t. 6, pp. 427-432, 1912).

— *Parmelia intestiniformis* (V i II) Ach. (*ibid*., t. 7, p. 81, 1913).

Havaas (J.). — Lichen vegetationen ved Mosterhavn. (*Bergen Mus. Aarb. Naturh. R.*, pp. 1-53, 1918).

Lagerheim (G.). — *Usnea longissima* Ach. i Medelpad. (*Sv. Bot. Tidskr.*, t. 4, p. (165), 1910)

Lang (G.) — *Cladonia foliata* fran Finland. (*Medd. Soc. F. et Fl. fenn.*, t. 36, 2 p., 1910).

— *Cladonia glauca* fran Kyrkolätt. (*ibid.*, t. 37, p. 244, 1911).

— Nagra sällsynta eller för Sverige nya *Cladonia*-arter. (*Bot Notis*., pp. 33 38, 1912).

— Lichenes Savoniæ borealis. (*Acta. Soc. F. et Fl. fenn.*, t. 34, p. 43, 1910).

Lundquist (G.). — Annu en lokal för *Nephroma Lusitanicum* Schær. i Roslagen. (*Sv. bot. Tidskr.*, t. 7, p. 303, 1913).

Lynge (B.). — Om udbredelsen af an del traad-og busklaver i Norge. (*Bot. Notis.*, pp. 1-16, 1910).

— De norske busk-og bladlaver (Lichenes thamno-et phyllobiasti Krbr.). (*Bergens Mus Aas. bog*, 122 p., 7 pl., 1910).

— Neue Flechten aus Norwegen. (*ibid.*, pp. 1-10, 1 pl., 1913).

— A Monograph of the norwegian *Physciaceæ*. (*Vidensk. Selskabets Skrift., Mat. Nat. Kl.*, n° 8, pp. 1-109, 3 pl., 11 fig., 1916).

Magnusson (A.). — *Parmelia tubulosa* (Hag.) Bitter funnen fertil i Uppland. (*Sv. bot. Tidskr.*, t. 4, p. 47, 1910).

— *Parmelia intestiniformis* (Vill.) Ach. vid Göteborg. (*ibid*., t. 9, pp. 243-244, 1915).

— Om de bruna *Parmelia*-arternas och Hypogymniernas förekomst och fertilitet, särskildt pa västkusten. (*ibid.*, t. 10, pp. 365-373, 1916).

— Material till Västkustens lavflora. (*ibid.*, t. 13, pp. 75-92, 1919).

Malme (G.). — *Parmelia pertusa* (Schrank.) in Södermanland gefunden. (*ibid*, t. 4, pp. (92-94), 1910).

— Stockholmstraktens bruna *Parmelia* arter. Conspectus specierum element., varietatumque *Parmeliæ olivacæ* in vicinibus Stockholm occurentium. (*ibid.*, t. 4, pp. 113-125, 1910).

— Nagra lafvar insamlade under Svenska botaniska föreningens exkursion till Alkarleö sept. 1910. (*ibid.*, pp. (100-104), 1910).

— *Nephroma lusitanicum* Schær. anträffad i Stockholms skärgard. (*ibid.*, t. 6, pp. 98-99, 1912).

— *Catillaria grossa* (Pers.) Kœrb in Jämtland. (*ibid.*, pp. 545-560, 1912).

Malme (G.). — *Solorina bispora* Nyl. funnen i Jämtland. (*ibid.*, t. 7, pp. 214-215, 1913).

— Västra Jämtland *Rhizocarpon*-Arter. (*ibid.*, t. 8, pp. 273-294, 1914).

— Nagra ord om alpina lafvars förekomst i barrskogsregionen. (*ibid.*, t. 12, pp. 288-297, 1918).

— Önskelista för « Lichenes suecici exsiccati ». (*ibid.*, pp. 258-259, 1918).

— De Svenska arterna av lavsläktet *Staurothele* Norm. (*ibid.*, t. 13, pp. 194-203, 1919).

— Lichenes suecici exsiccati, fasc. 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13 à 15, 16 à 18, 19 à 22, 23 à 25. (*ibid.*, t. 4, pp. (19-20), (162-165), 1910; t. 6, pp. 100-102, 1912; t. 7, pp. 80-81, 374-377, 1913; t. 9, pp. 118-122, 1915; t. 10, pp. 75-80, 1916; t. 12, pp. 114-117, 1918).

Du Rietz (R.). — En ny fyndort för *Nephroma lusitanicum*. (*ibid.*, t. 7, p. 82, 1913).

— Annu nagra ord om *Nephroma lusitanicums* utbredning i Sverige. (*ibid.*, t. 8, p. 271, 1914).

— Nagra nordlige lokaler för *Catillaria premnea* Körb. (*ibid.*, p. 272).

— Nagra lafvar an Svenska Botaniska Foreningens exkursion till Mörkö och Ledarö den 24/5 1914. (*ibid.*, pp. 386-389).

— Lichenologiska anteckningar fran östra Smaland. (*ibid.*, t. 9, pp. 114-118, 1915).

— Hufvudskärs lafvar. Et bidrag till kännedomen om lafflorani i Södermands yttersta skargard. (*ibid.*, pp. 380 382).

— Lichenologiska fragment I. (*ibid.*, pp. 421-431).

— — d° — II. (*ibid.*, t. 10, pp. 471-478, 1916).

Sernander (Gretra). — Nagra Jämtländska lavfynd. (*ibid.*, t. 13, pp. 338-341, 1919).

Sorlin (A.F.). — Annu en fyndort för *Solorina saccata*. (*ibid.*, t. 9, p. 255, 1915).

Wallsquist (R.). — *Alectoria tristis* (Web.) Th. Fr. pa Mösseberg. (*ibid.*, t. 7, p. 304, 1913).

Westblad (E.). — *Stictaamplissima* Scop.) funnen i Närke. (*ibid.*, t. 7, pp. 298-303, 1913).

Westerberg (F.). — *Parmelia pertusa* (Schrank.) Schær. funnen äfven i Ostergotland. (*ibid.*, t. 5, pp. 218-219, 1911).

— *Parmelia cetrarioides* (Duby) Nyl. anträffad i Ostergötland. (*ibid.*, pp. 436-437, 1911).

GRANDE-BRETAGNE

Horwood (A.). — A Hand-list of the Lichens of Great-Britain, Ireland and the Channel Islands. (*Comp. Lich. Exch. Club. Brit. Isles.* London, 1912).

Knowles (C.). — Notes on West Galway Lichens. (*Irish Natur.*, t. 21, pp. 29-36, 1912).

— . The maritime and marin Lichens of Howth. (*Sc Proc. roy. Dublin Soc.*, n. s. 14, n° 6, pp. 79-143, 7 pl., 1 carte, 1913).

Lillie (D.). — Caithness Lichens. (*Scot. bot. Rev.*, t. 1, pp. 146-153, 1912).

Paulson (R.) und **Thompson** (P.). — Report on the Lichens of Epping Forest; 1st paper. (*Essex. nat.*, t. 16, pp. 136-145, 1911).

— 2d paper. (*ibid.*; t. 17, pp. 90-105, 1913).

— Supplemental Report on the L. of the Epping Forest. (*ibid.*, t. 19, pp. 27-30, 1919).

— *Lecanora isidioides* Nyl. in the New Forest. (*J. of. Bot.*, t. 52, pp. 184-185, 1914).

Smith (A.-L.). — Clare Island Survey; Part. 14, Lichenes (*Proc. Roy. Irish. Acad.*, t. 31, p. 14, 1911).

— A Monograph of the British Lichens. Part. II. (*British Museum*., in-8°, 410 p., 59 pl. 1911).

— Part. I. second edition. (*ibid.*, in-8°, 23-530 pp., 71 pl., 1913).

Le volume de 1911 est la suite de Crombie : British Lichens (1894 ; le second traite les mêmes groupes que Crombie. L'ouvrage est remarquable par ses nombreuses planches, donnant des figures d'ensemble, des détails de structure du thalle, des apothécies et des spores.

Wilson (A.). — Lancashire Lichens. (*Lancash. and Chesh. Nat.*, t. 7, p. 1, 1914).

Wheldon (J.) and **Travis** (W.). — Lichens of Arran. (*J. of. Bot.*, t. 51, pp. 248-253, 1913).

— The Lichens of South Lancashire. (*J. Linn. Soc.*, t. 63, pp. 87-136, 1915).

Wheldon (J.) and **Wilson** (A.). — The Lichens of Perthshire. (*J. of. Bot.*, t. 53, Suppl., pp. 1-74, 1915).

Wheldon (A.). Llanberis Lichens. (*J. of. Bot.*, t. 58, pp. 11-15, 1920).

Watson W.). — Lichens of Llanberis and district. (*J. of. Bot.*, t. 58, pp. 108-110, 1920).

FRANCE ET BELGIQUE

Bouly de Lesdain (M.). — Lichens belges rares ou nouveaux. (*Bull. Soc. roy. bot. Belg.*, t. 47, pp. 39-45, 1910).

— . Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque. (Thèse, 301 p., 1910).

— Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque, 1er supplément. (*Soc. Dunk. avanc. Sc. Let. et Arts*, 189 p., 1914).

— Lichens de l'île d'Oléron. (*F. des J. Nat.*, t. 40, p. 1, 1910).

— Quelques Lichens de la forêt de Fontainebleau. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. 58, pp. 549-556, 1911).

Bouly de Lesdain (M.). — Ecologie d'une petite panne dans les dunes des environs de Dunkerque. Lichens. (*ibid.*, t. 59, pp. 180-184, 207-212, 1912).

— Lichens des environs de Versailles, 3 suppl. (*ibid.*, pp. 10-18).

Lichens recueillis sur les silex le long d'une route dans les dunes des environs de Dunkerque. (*Rev. gen. de Bot.*, t. 25 bis, pp. 55-59, 1914).

Brun (A.). — Un Lichen nouveau pour la France, *Arthonia peltigerea* Th. Fr. (*R. Sc. Bourbonnais*, t. 23, pp. 48-49, 1910).

De Crozals (A.). — Lichens observés dans l'Hérault III : L. de Laurens, Réals, Bédarieux. (*Bull. Géogr bot.*, t. 18, pp. 229-276, 1910).

— Excursions lichénologiques dans le massif du Mont-Blanc. (*Rev. Savois.*, 16 p., 1910).

— Lichens du massif de l'Espinouze. (*Bull. Géogr. bot.*, t. 21. pp. 252-274, 1912 ; t. 22, pp. 152-176, 1913 ; t. 23, pp. 57-72, 109-140, 253-280, 1914).

Harmand (J.). — Lichens de France. Catalogue systématique et descriptif ; fasc. V : Lichens crustacés (in 8°, 424 p. 3 pl., 1913). — Suite aux fascicules : 1) Collemacés, 1905 ; 2) Coniocarpés, 1905 ; 3) Stratifiés-radiés, Radiés, 1907 ; 4) Phyllodés, 1909. — Dans le fasc. 5 sont traitées les Pannariés, Heppiés, Lécanoracés, Pertusariacés, Thélotrémacés.

Henry (Y.). — Deuxième contribution à la lichénologie Valdotaine. (in-8°, 2 p., 1912).

Hue (A.). — Notes sur un petit Lichen normand. (*Bull. Soc. Linn. Norm.* sér. 6, t. 7, pp. 146-152, 1914). *Lecanora coprophila*, nov. sp.

Maheu (J.) et **Gillet** (A.). — Lichens de l'Ouest de la Corse. (*Mém. Soc. Hist. nat. Autun*, 63 p., 1914).

Monguillon (E.). — Catalogue des Lichens du département de la Sarthe, 2e supplément. (*Bull. Géogr. bot.*, t. 23, pp. 186-204, 1914).

ALLEMAGNE, SUISSE, AUTRICHE

Bachmann (E.). — Die Flechte des Vogtlandes. (*Dresd. Sitz. Ber. Isis*, 20 p. 1909).

— Zur Flechtenflora des Frankenwaldes. (*ibid.*, p. 99-112, 1911).

— Nachträge und Berichtigungen zu den Flechtenfloras des Vogtlandes und des Frankenwaldes. (*ibid.*, t. 2, pp. 65-77, 1916).

— Beiträge zur Flechtenflora der Insel Rügen. (*Verh. bot Ver. Prov. Brandeburg*, t. 55, pp. 106-130, 1913).

— Zur Flechtenflora des Erzgebirges. (*Hedwigia*, t. 53, pp. 99-123, 1913).

— Zur Flechtenflora des Erzgebirges, II. Altenberg. (*ibid*, t. 55, pp. 157-182, 1914).

Eitner (E.). — Dritter Nachtrag zur schlesischen Flechtenflora. (88° Jahresber. *schlesisch. Ges. vaterl. Kultur.*, pp. 20-60, 1911).

Erichsen (F.). — Flechten des Düngergölls beim Pelzerhaken. (*Allg. bot. Zeitschr.*, t. 21, pp. 79-85, 108-116, 1916).

— Nachtrag zur Flechtenflora der Umgegend von Hamburg. (*Verh Natw. Ver.* Hamburg, F. 3, t 24, pp. 65-100, 1916).

Hillmann (J.). — Ein neuer Standort für Lecanora Heidelbergensis Nyl. (*Hedwigia*, t. 58, pp. 281-282, 1916).

Jaap (O.). — Lichenologische Beobachtungen in der nördlichen Prignitz. (*Berlin. Verh. Bot. Ver.*, t. 52, 15 p., 1910).

Lettau (G.). — Beiträge zur Lichenographie von Thüringen, I, II, III. (*Hedwigia*, t. 51, pp. 176-220, 1911 ; t. 52, pp. 81-264, 1912 ; t. 61, pp. 97-175, 1919).

— Beiträge zur Lichenenflora von Ost-und Westpreussen. (*Festschr. z. 50° Jahr. Besteh. preuss. bot. Ver.*, pp. 17-91, 1912).

— Nachträge. (*Schrift Physik-ök-Ges. zu Königsb.*, t. 60, pp. 5-21, 1919).

— Schweizer Flechten I. (*Hedwigia*, t. 60, pp. 84-128, 1918).

Lindau (G.). — Die Flechten (*Kryptogamenflora für Anfänger*, Bd. III, 250 p., in-8°, 306 fig., Berlin, 1913.

Ouvrage à la fois élémentaire et scientifique, avec de nombreuses figures d'ensemble et de détails anatomiques, destiné aux débutants en Lichénologie.

Mollman (G.). — Beitrag zur Flechtenflora des Regierungsbezirks Osnabrück. (*Osnabr Jahresb. natw. Ver.*, t. 17, 7 p., 1911).

Rakete (R.). — Bryologische und lichenologische Beobachtungen im Süden der görlitzer Heide. (*Görlitz. Abh. natf. Ges.*, t. 27, pp. 413-487, 1911).

Ruess (L.). — Beitrag zur Kenntniss der Verbreitung bayerischer Flechten. (*Krypt. Forsch. bayer. bot. Ges* , pp. 89-90, 1917).

Rüggeberg (H.). — Die Lichenen des östlichen Weserberglandes. (*Jahresb. Niedersächs bot. Ver.*, 82 p., 1910).

Sandstete (H.). — Die Flechten des nordwestdeutschen Tieflandes und der deutschen Nordseeinseln. (*Abh. natw. Ver., Bremen*, t. 21, pp. 9-243, 1912).

— Die Cladonien des nordwestdeutschen Tieflandes und der deutschen Nordseeinseln. (*ibid.*, pp. 337-382, 3 pl., 1912).

— Die Flechten Helgolands, II. (*Wiss. Meeresunters. biol. Anst. Helgol.*, n. v., t. 5, pp. 17-29, 1912).

Schade (A.). — Die « Schwefelflechte » der Sächsischen Schweiz. (*Abh. natw. Ges. Isis Dresd*, pp. 28-44, 1916).

Zahlbruckner (A.). — Beiträge zur Flechtenflora Niederösterreichs, VII. (*Verh. zool. bot. Ges., Wien*, t. 68, pp. 1-35, 1917).

Zschacke (H.). — Zur Flechtenflora von Siebenbürgen. (*Verh. Siebenb. Ver. f. Natw. Hermannstadt*, t. 63, pp. 111-166, 1913).

— Die mitteleuropäischen Verrucariaceen. (Voir plus haut : Europe).

POLOGNE, BOHÊME, ... BALKANS

Lazarczyk (T.). — Lichens polonais récoltés par W. Jastzembowski, 1827-1831. (*Crac. Ac. Litt.*, t. 48, pp. 73-79, 1914).

Anders (J.). - Die Strauch-und Blattflechten Nordböhmens. (*Mitt. Nordböhm. Ver. Heimatforsch.*, t. 30, 14 p., 1917).

— Nachtrag. (*Hedwigia*, t. 61, pp. 351-374, 1920).

Kovar (F.). — Die mährischen Arten der Gattung Cladonia. (*Vestnik. Klub. Prir. Prostej.*, t. 15, pp. 85-199, 8 pl., 1912).

— Beitrag zur Flechtenflora Mährens. (*ibid.*, t. 13, pp. 17-54, 1910).

Kutak (V.). — II° Beitrag zur Flechtenflora Böhmens. *ibid.*, t. 14, pp. 55-74, 1911).

Pichauer (R.). — Flechten in der Umgebung Kremsiers. (*ibid.*, t. 13, pp. 134-147, 1910).

— Nachträge zur Flora Mährens, Lichenes. (*ibid.*, t. 14, pp. 75-84, 1911).

Novak (J.). - Neue Lichenen aus Böhmen. (Ziva, pp. 59, 120, 1912).

— Flechten der Umgegend von Königgrätz. (*Mitt. naturh. Clubs Prag*, pp. 17-25, 1913).

Santha (L.). — Beitrag zur Flechtenflora des Budapester Gebirges. (*Bot. Közl. Budapest*, t. 9, 34 p., 1910).

Servit (M.). — Prvni prispevek k. lichenologii Moravi. (*Spr. Kom. pro prirodov. prozk. Moravy*. Oddel. bot. cis. 6, 83 p., 1910).

— Zur Flechtenflora Böhmens und Mährens. (*Hedwigia*, t. 50, pp. 51-86, 1910).

Suza (J.). — Pruni prispevek k. lichenologii Moravi. (*Vestn. klub. Priroa. Proste jove*, t. 16, pp. 1-28, 1913).

Timko (G.). — *Conotrema urceolatum* (Ach.) Tuck. in den Flechtenflora Ungarns. (*Bot. Közl. Budap.*, t. 13. pp. 105-106, 1914).

Zahlbruckner (A.). — Flechtenfunde in den kleinen Karpathen. (*Magyar bot. lapok.*, t. 12, pp. 292-299, 1913).

Podpera (J.). — Ein Beitrag zu der Kryptogamenflora der bulgarischen Hochgebirge. (*Bot. Cent. Dresden*, Abt. 2, t. 28, pp. 173-224, 1911).

PORTUGAL, ESPAGNE

Cordeiro (V.). — Lichens de Setubal. (*Broteria, ser. bot.*, t. 12, pp. 1-2, 1914 ; t. 13, p. 1, 1915).

Navas (L.). — Liquenes de Aragon. (*Bol. Soc. Arag. Sc. nat.*, t. 9 pp. 1-5, 1910).

ITALIE

Colosi (G.). — Contributo alla conoscenza dei Licheni della Sardegna. (*Malpighia*, t. 28, pp. 458-471, 1919).

Jatta (A.). — Flora italica cryptogama, Pars. III, Lichenes, 6 fasc. (*Soc. bot. ital.*, in-8°, 958 p., 80 fig., 1909-1911).

Martel (E.). — Contribuzione alla Lichenologia del Piemonte. (*Torino Mem. Acc. Sc.*, ser. 2, t. 62, 42 p., 1 pl., 1911).

Steiner (J.). — Flechten aus dem italienisch-französischen Grenzgebiete und aus Mittelitalien. (*Verh. zool. bot. Ges. Wien.*, t. 61, pp. 29-64, 1911).

Trotter (A.) e **Romano** (M.). — Primi materiali per una lichenologia Irpina (*Malpighia*, t. 24, pp. 441-464, 1912).

DALMATIE, GRÈCE

Servit (M.). — Zur Flechtenflora Norddalmatiens. (*Ung. bot. Bl.*, t. 9, pp. 164-193, 1910).

Steiner (J.). — (In Rechinger : Beiträge zur Kryptogamenflora der Insel Korfu), Lichenes. (*Verh. zool. bot. Ges. Wien.*, t. 65, pp. 184-207, 1915).

— Flechten von Dr Ginzberger auf Kreta gesammelt. (*Oest. bot. Zeitschr.*, t. 66, pp. 376-386, 1917).

Zahlbruckner (A.). — Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens. (*Abhr.*, t. 59, pp. 315-321 ; 349-354 ; 398-407, 488-503, 1909 ; t. 60, pp. 13-22, 71-81, 1910 ; t. 68, pp. 60-77, 148-165, 237-253, 297-326, 1919).

— Beitrage zur Naturgeschichte der Scoglien und Kleineren Inseln Süddalmatiens. 5 : Lichenes. (*Denksk. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl.*, t. 92, pp. 301-322, 1916).

Zanfrognini (C.). — Intorno alcuni Lichenі raccolti dal Dott. A. Vaccari nell Isola di Rodi. (*Atti. Soc. Nat. mat. Modena*, ser. 5 t. 2, 8 p., 1915).

RUSSIE D'EUROPE

Elenkine (A.). — Lichenes florœ Rossicœ mediœ. Partes 3-4. (pp. 359-684, pl. 13-21, Jurjew., 1911).

Les deux premières parties de cet important travail, écrit en russe, ont paru en 1906 et 1907 ; les familles traitées jusqu'ici sont : Umbilicariacées, Parméliacées, Stereocaulacées ; Lécanoracées, Pertusariacées, Cantélariacées, Théloschistacées, Lécidéacées ; Cladoniacées, Acarosporacées, Gyalectacées, Urceolariacées, Thelotrémacées. — Les diagnoses des espèces nouvelles sont en latin.

Elenkine (A.). — Vorläufiger Bericht über das Studium der niederen Kryptogam, in der Umgegend des Dorfes Michajlovskoje, Gouv. Moskau, Kreis Podolsk, im J. 1910. (*Bull. Jard. bot. St.-Petersb.*, t. 12, 4 p., 1912).

Kreyer (G.). — Contributio ad flora Lichenum gub. Mohilevensis annis 1908-1910 lectorum : Supplementum. (*Acta Horti Petropol.*, t. 31, pp. 263-440, 1913).

Mereschkowsky (C.). — Lichens des environs de Réval. (*Kazan Zap Univ.*, t. 76, 33 p., 1909).

— Supplément. (*ibid.*, t. 80, 60 p., 1913).

— Bestimmungtabellen der wichtigsten Flechten von Mittel-Russland. (*ibid.*, t. 77, 39 p., 1910).

— Contribution a la connaissance des Lichens de l'Oural. (*Jurjev Acta Horti bot.*, t. 11, 4 p., 1910).

— Schedulae ad Lichenes Rossiæ exsiccatos; fasc. I-III. (*Kaz. Zap. Univ.*, t. 78, 47 p., 1911).

— Contribution à la connaissance des Lichens du gouvernement de Wladimir. (*Protoc. üb. Sitz. nat. Ver. Univ. Kazan*, t. 42, pp. 1-26, 1911).

— Excursion lichénologique dans les steppes Kirghises Mont Bogdo). (*Tradi Nat. Ver. Univ. Kazan*, t. 43, pp. 1-42, 2 pl., 1911).

— Enumeratio Lichenum in provincia baltica hucusque cognitorum. (*Mém. Sav. Univ. imp. Kazan*, pp. 1-62, 1913).

— Contribution à la flore lichénologique des environs de Kazan. (*Hedwigia*, t. 61, pp. 183-224, 1 pl., 1 fig., 1919).

Savicz (V.). — Matériaux relatifs à la flore de Polessié. Liste des Lichens recueillis dans le gouvernement de Minsk en 1907 par Mlle Ljubickaja. (*Trav. Soc. sc. Etud. Fac. Sc. nat. math. Univ. St-Petersb.*, t. 2, 4 p., 1910 ; t. 3, pp. 57-66, 1911).

— Lichens recueillis aux environs de Kouokkala, gouv. de Viborg, par N. Voronkin en 1907. (*ibid.*, t. 2, 6 p., 1910).

— Interessante und neue Arten und Formen der Flechten in Gouv. Novgorod 1910 gesammelt. (*Bull. Jard. bot. St-Petersb.*, t. 11, pp. 50-55, 1911).

— Enumerationes Lichenum in Lapponio Rossica et Nova-Zemlja a cl. R. Nieman 1903 et 1908-1900 lectorum. (*Trav. Soc. Etud. Fac. Sc. nat. math. Univ. St-Petersb.*, 20 p., 1 pl., 1911).

— Lichenes in regionibus septentrionalibus Rossiæ Europeæ a R. Pohle collecti. (*Acta. Horti. Petrop.*, t. 32, 1, pp. 15-67, 1912).

— Zum Studium der Flechten und der Flechtenformationen im östlichen Sumpfgebiete des Gouv. Pskow. (*Bull. J. bot. St-Petersb.*, t. 12, pp. 132-143, 1913).

ASIE

Elenkine (A.). — Les Lichens des côtes polaires de la Sibérie. (*Mém. Ac. Sc. St-Petersb.*, t. 27, 1, 53 p., 3 pl., 1909).

— Verzeichnis der Flechten gesammelt von B. Fedtschenko im J. 1909 im unteren Wostokgebiete. (*Acta Horti. Petrop.*, t. 31, 1, pp. 229-268, 1912).

Elenkine et **Savicz.** — Enumeratio Lichenum in Sibiria orientali a cl. I. Sezegolev anno 1903 lectorum. (*Trav. Mus. bot. Ac. Sc. St-Petersb.*, t. 8, pp. 26-49, 1911).

— Lichenes in regionibus articis Oceani glacialis ab. J. Palibin anno 1901 collecti. (*Acta. Horti. Petrop.*, t. 32, 1, pp. 69-100, 2 pl. 1912).

Savicz (V.). — Flechten in Anadyr-Gebiete (Sibirien) 1903-1907 von N. Sokolnikow gesammelt. (*Bull. J. bot. St-Petersb.*, t. 11, pp. 82-90, 1911).

— Flechten im Amur-und Amgun-Gebiete von W. Rubinski 1910 gesammelt. (*ibid.*, pp. 74-81).

— Neue Flechten aus Kamtschatka. (*ibid.*, t. 14, pp. 111-128, 1914).

Scriba (L.). — Cladonien aus Korea. (*Hedwigia*, t. 53, pp. 173-178, 1913).

Zahlbruckner (A.). — Transbaïkalische Lichenen. (*Soc. imp. russe de Géogr.*; Sect. du Pays d'Amour, t. 12, pp. 73-95, 1911).

Steiner (J.). — Flechten aus Transkaukasien. (*Ann. myc.*, t. 17, pp. 1-32, 1919).

— Aufzahlung der von J. Bornmüller im Oriente gesammelten Flechten. (*Ann. nat. Hofmus. Wien.*, t. 30, pp. 24-89, 1916).

— Lichenes persici collecti a cl. consule T. Strauss. (*Ann. myc.*, t. 8, pp. 212-245, 1910).

Wainio (E.). — Lichenes ab. A. Yasuda in Japonia collecti. (*Bot. Magaz. Tokyo*, t. 32, n° 379, 10 p., 1918).

Jatta (A.). — Lichenes Asiæ meridionalis. (*Bul. Orto bot. Napoli*, t. 8, pp. 309-312, 1913).

OCÉANIE

Robinson (C.). — Philippine Bryophytes and Lichens. (*Bryologist*, t. 15, pp. 32-33, 1912).

Wainio (E.). — Lichenes insularum Philippinarum. I, II. (*Philipp. J. of Sc.*, t. 4, pp. 651-662, 1909; t. 8, pp. 99-137, 1913).

Merril (G.). — Lichens from Java. (*Torreya*, t. 13, pp. 133-137, 1913).

Zahlbruckner (A.). — Flechten des Neuguinea, der hawaiischen Inseln und der Inseln Ceylon. (In : **Rechinger**, Botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach

den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln). (*Denks. math. nat. Ak. Wiss. Wien*, t. 88, pp. 12-31. 1911).

Schirley (J.). — Supplement to the Lichen-Flora of Queensland. (*Proc. R. Soc. Queensl.*, 23 p., 1913).

Cheel (E.). — Some Fungi and Lichens of New South Wales. (*Brit. Assoc. Handb. N. S. Wales*, pp. 453-458, 1914).

Bastow (R.). — Notes on the Lichenflora of Victoria. (*Victoria Nat.*, 14 p., 1 pl., 1914).

Jatta (A.). — Lichenes lecti in Tasmania a W. Weymouth. (*B. Soc. bot. ital.*, t. 8, pp. 253-260, 1911).

Harmand (J.). — Lichens recueillis dans la Nouvelle-Calédonie ou en Australie par le R. P. Pionnier missionnaire. (*B. Soc. Sc. Nancy*, 20 p., 1 pl., 1911 : pp. 21-48, 1912).

Oliver (W.). — List of Lichens and Fungi collected in the Kermadec Islands in 1908. (*Trans. New. Zeal. Inst.*, t. 44, pp. 86-87, 1911).

AMÉRIQUE

Herre (A.). — A list of Lichens from southeastern Alaska. (*Publ. Puget Sound Biol. Stat.*, t. 2. pp. 279-285, 1919).

Howe (H.). — Some Alaskan Lichens. (*Bot. Gaz.*, t. 56, pp. 496-530, 2 fig., 1913).

Merrill (E.). — New and otherwise interesting Lichens from Vancouver Island and the Rocky-Mountains. (*Ottawa Nat.*, t. 27, n° 9, pp. 117-121, 1913).

— Lichens from Vancouver Island. (*ibid.*, t. 28, pp. 33-36, 1914).

Riddle (L.). — Notes on some Lichens from the Gaspé Peninsula. (*Bryol.*, t. 12, pp. 107-108, 1909).

Burnham (S.). — Lichens of the Berkshire Hills, Massachussets. (*ibid.*, t. 21, pp. 29-32, 1918).

Claassen (E.). — *Caloplaca pyracea* (Ach.) Th. Fr., a crustaceous Lichen on the sandstone Sidewalks of East Cleveland, Ohio. (*Ohio Nat.*, 1 p., 1913).

Durfee (T.). — Lichens of the Mt Monadnoch region N. H. (*Bryol.*, t. 21, p. 18, 1918).

Dutton (D.). — Lichenflora of Vermont. (*Bull. Vermont Bot. Club.*, t. 7, pp. 23-25, 1912).

Fink (B.). — The Lichens of Minnesota. (*Contrib. Un. St. Nat. Herb.*, t. 14, part. 1, in-8°, VIII + 269 + XVII p., 51 pl., 18 fig. texte, 1910).

Important travail destiné plutôt aux étudiants qu'aux spécialistes, décrivant les

Lichens d'une large zone des Etats-Unis. 313 espèces et 124 variétés y sont énumérées : les planches sont, pour la plupart, des photographies du Lichen en grandeur naturelle, quelques-unes donnent des détails anatomiques du thalle et de l'apothécie. Dans la longue liste bibliographique on est un peu surpris de ne pas trouver mention des ouvrages de l'abbe Hue.

Fink (B.). — Additions to Lichen distribution in North America. (*Mycologia*, t. 11, pp. 296-307, 1919).

Hambleton (J.). — A list of the Lichens of Ohio. (*Ohio Nat.*, t. 10, 3 p., 1910).

Hasse (H.). Additions to the Lichenflora of southern California, n° 2-8. (*Bryol.*, t. 12, pp. 101-104, 1909 ; t. 13, pp. 60-62, 111-112, 1910 ; t. 14, pp. 2-4, 101-102, 1911 ; t. 15, pp. 45-48, 1912 ; t. 16, pp. 1-2, 1913).

— The Lichenflora of southern California. (*Contr. U. S. Nat. Herb.*, t. 17, 1, pp. 1-132, 1913).

Herre (A.). — Suggestions to the origin of California's lichenflera. (*Plant World*, t. 13, pp. 215-220, 1910).

— The desert Lichens of Reno, Nevada. (*Bot. Gaz.*, t. 51, pp. 286-297, 1911).

— The Lichenflora of the Santa-Cruz Peninsula, California. (*Proc. Washington Ac. Sc.*, t. 12, 2, pp. 27-269, 1910).

— Supplément. (*J. Wash. Ac. Sc.*, t. 2, pp. 380-386, 1912).

— The *Gyrophoraceæ* of California. (*Contr. U. S. Nat. Herb.*, t. 13, pp. 313-321, 6 pl., 1911).

— New or rare California lichens. (*Bryol.*, t. 15, pp. 81-87, 1912).

— The lichens of Mt Rose, Nevada. (*Bot. Gaz.*, t. 55, pp. 392-396, 1913).

Howe (R.). — Lichens of Mt Ascutney, Vermont. (*Bryol.*, t. 13, pp. 10-13, 1910).

— Physcia villosa from North America. (*Bot. Gaz.*, t. 49, p. 32-34, 1910).

Preliminary notes on the genus *Usnea* as represented in New England. (*Bull. Torr. bot. Club.*, t. 36, pp. 309-327, 3 pl. 4 fig., 1909).

— A manual of the genus *Usnea*, as represented in North and Middle America, North of the 15 th parallel. (*ibid.*, t. 37, p. 1-18, 7 pl., 1910).

— Further Notes on the North American distribution of the genus *Usnea*. (*Bryolog.*, t. 15, p. 29-30, 1912).

— A Monograph of the North American *Usneaceæ*, part I. (*Missouri Bot. Gard.*, t. 23, p. 133-147, 1 pl., 1912).

— A Monograph of the *Usneaceæ* of the United States and Canada. (*Mém. Torr. Mus. Nat. Hist.*, 1912 et 1914, 25 et 34 p., 16 pl.).

— The *Usneas* of the world, 1752-1912 Part I : North America. (*Proc. Thor. Mus.*, t. 1, p. 15-25, 1913).

— The *Usneas* of the world, 1752-1912. Part II : South America. (*Bryol.*, t. 18, p. 38-43, 52-63, 1915).

Howe (H.). — American species of *Alectoria* occuring north of the fifteenth parallel. (*Mycologia*, t. 3, p. 106-150, 7 pl., 1911).

— The genus *Evernia* as represented in North and Middle America. (*Bot. Gaz.*, t. 56, p. 431-442, 2 pl., 1911).

— Some Lichens from Nantucket island, Massachusetts. (*Rhodora*, t. 14, p. 88-90, 1912).

— An additional note on Nantucket Lichens. (*Rhodora*, t. 15, p. 93, 1913).

A further note on the lichens of Nantucket. (*ibid.*, t. 20, p. 40, 1918.

— *Oropogon loxensis* and its north American distribution. (*Mycologia*, t. 4, p. 152-156, 1 pl. 1912).

— Lichens of Mt Katahdin, Maine. (*Bryol.*, t. 16, pp. 32-36, 1 pl., 1912).

— The foliaceous and fruticose Lichens of Concord, Massachusetts. (*Proc. Thor. Mus.*, t. 1, p. 27-29, 30-32, 37-40, 1913-1915).

— North American species of the genus *Ramalina*, I-VIII. (*Bryol.*, t. 16, p. 65-74, 3 pl. ; p. 81-89, 2 pl. 1913 ; t. 17, p. 1-7, 2 pl., p. 17-27, 2 pl., p. 33-40, 2 pl. : p. 49-52, 1 pl. ; p. 65-69, 1 pl. ; p. 81-87, 2 pl , 1914).

Some comparisons of the Lichen floras of Eurasia and North America. (*Torreya*, t. 14, p. 138-140, 1914).

— A list of Lichens collected in Newfoundland, with critical notes on the family *Usneaceæ*. (*Plant World*, t. 17, p. 154-160, 1 fig , 1914).

— The genus *Thelosehistes* in North America. (*Bull. Torr. Bot. Club*, t. 42, p. 579-583, 2 fig. 1915).

— The genus *Cetraria* as represented in the United States and Canada. (*Torreya*, t. 15, p. 213-230, 9 fig., 1915).

— An interesting tropical Lichen new to the United States. (*ibid.*, t. 16, p. 1, 1916).

Kaiser (G.). — Moss and lichen collecting in the Castkills. (*Bryolog*, t. 14, 2 p., 1 pl., 1911).

Merrill (G.). — Lichen notes, n° 14. Two new *Cetraria* forms and three combinations. (*ibid.*, t. 13, 6 p. 1910).

— Lichen notes, n° 15. Remarks on some *Cladonia* species. (*ibid*, p. 103-105).

— Lichen notes, n° 16. Remarks. (*ibid.*, t. 14, p. 36-38, 1911).

— Florida Lichens. (*ibid.*, t. 16, p. 39-41, 1913).

New and interesting lichens from the state of Washington. (*ibid.*, p. 56-59).

— Noteworthy *Lecideaceæ* from Knox County, Maine. (*ibid.*, t. 16, p. 77-79, 81-94, 1913).

Moxley (G.). — Additions to the lichen flora of Southern California. (*Bull. S. Californ. Ac. Sc.*, t. 17, p. 61-62, 1918).

Riddle (L.). — The North American species of *Stereocaulon*. (*Bot. Gaz.*, t. 50, pp. 285-304, 1910).

Riddle (L.). — The rediscovery of *Parmelia lophyrea* Ach. (*Bryol.* t. 14, p. 35, 1911).

— Some extensions of ranges. (*ibid.*, t. 21, p. 50, 1918).

Williams (R.). — Notes on some western lichens. (*Bull. Torr. Bot. Cl.*, t. 46, pp. 21-25, 1919).

Wood (G.). — A preliminary list of the Lichens found within a radius of 100 miles of New York City. (*Torreya*, t. 15, pp. 73-95, 1914).

Bouly de Lesdain (M.). — Lichens du Mexique, états de Puebla et du Michoacan, recueillis par le frère Arsène Brouard. (in-4°, 31 p., Mexico, 1914).

Herre (A.). — Notes on Mexican Lichens. (*Bryolog.*, t. 23, pp. 3-4, 1920).

Riddle (L.). — The Lichens of Bermuda. (*Bul. Torr Bot. Club*, t. 43, pp. 145-160, 1916).

— Lichens. (In : Britton, Flora of Bermuda, pp. 470-479, 1918).

— Lichens. (In : Britton, The Bahama Flora, pp. 522-553, 1920).

— An enumeration of lichens collected by Clara Eaton Cummings in Jamaica. (*Mycologia*, t. 4, pp. 125-140, 1912).

Some noteworthy lichens from Jamaica. (*Bull. Torr. Bot. Club*, t. 44, pp. 321-330, 1 pl. 1917).

Howe (H.). — On a small collection of Lichens from Jamaica, West Indies. (*Mycologia*, t. 6, pp. 259-263, 1914).

Wainio (E.). — Additamenta ad Lichenographiam Antillarum illustrandam. (*Ann. Acad. Sc. Fenn.*, ser. 4, t. 6, n° 7, 226 p., 1915). Suite aux « Lichenes Antillarum » publiés en 1895-96, dans *Journ. of. Bot.*; 384 espèces, dont 109 nouvelles.

Börgesen (F.) and **Raunkiaer** (C.). — Mosses and lichens collected in the former Danish West-Indies. (*Dansk Bot. Ark* , t. 2, 18 p , 1918). Lichens déterminés par Wainio, avec 59 espèces nouvelles décrites par celui-ci dans « Add. ad Lichenog. Antill. ».

Riddle (L.). — Report on the lichens of St Thomas and St John. (In : Britton, The Flora of the american Virgin Islands). (*Mem. Brookl. Bot. Gard.*, t. 1, pp. 109-115, 3 fig., 1918).

Stewart (A.). — Notes on the Galapagos Islands. (*Proc. Californ* Ac. Sc., 4, t. 1, pp. 431-446, 1912).

Lindau (G.). — Beitrag zur Kenntniss der Flechten von Columbien. (In : Fuhrmann and Mayor, Voyage d'exporation scientifique en Colombie). (*Mém. Soc.* Neuchâtel. *Sc. nat.*, t. 5, pp. 57-66, 1912).

— Flechten aus den Anden, nebst einer neuen Art von *Parmelia* aus Montevideo. (*Hedwigia*, t. 53, p. 41-45, 1913).

Lynge (B.). — Die Flechten der ersten Regnellschen Expedition. Die Gattungen *Pseudoparmelia* gen. nov. und *Parmelia* Ach. (*K. Sv. Vet. Ak. Ark. Bot* , t. 13, 172 p., 5 pl., 1914). Lichens du Bresil et du Paraguay.

Bitter (G.). — Eine neue *Parmelia* (subgeneris *Hypogymnia*) aus der argentinischen Provinz Salta. (*Rép. spec. nov.*, t. 12, p. 515, 1913).

Zahlbruckner (A.). — Botanische Ergebnisse der schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907-1909. Die Flechten. (*K. Sv. Vet. Ak. Handl.*, t. 57, n° 6, 62 p., 1917).

AFRIQUE

Navas (L.). — Liquenes de las islas Azores. (*Broteria*, ser. bot. 8, pp. 46-52, 1909).

— Sinopsis de los liquenos de las islas de Madèra (*Broteria*, ser. bot. 9, 2, 1910 et 11, 1913).

Pitard (G.) et **Harmand** (J.). — Contribution à l'étude des Lichens des iles Canaries. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, Mém. 22, 72 p., 1911).

Bouly de Lesdain (M.). — Lichens du Sudalgérien recueillis par M. Seurat (*Bull. Soc. Hist. nat. Afrique du Nord*, t. 3, pp. 95-98, 1911).

Hue (A.). — Novitates florœ africanœ. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. 57, pp. 130-136, 1910).

Pitard et **Bouly de Lesdain** (M.). — Contribution à l'étude des Lichens de Tunisie. (*ibid.*, t. 56, p. CCXLIV-CCLXIV, 1911).

Mameli (Mlle Eva). — Lichenes Tripolitani a R. Pampanini lecti. (*Bull. Soc. bot. Ital.*, pp. 158-159, 1913).

Romano (M.). — Licheni della Tripolitania raccolti dal Prof. A. Trotter. (*Bull. Ort. bot. Univ. Napoli*, t. 4, pp. 349-354, 1914).

Mameli (E.). — Nuovi contributi alla conoscenza della flora nella Cirenaica. Lichenes. (*N. G. bot. Ital.*, t. 26, pp. 219-220, 1919).

Zanfrognini (C.). — Licheni libici. (*Bull. Orto bot. Univ. Napoli*, t. 4, pp. 193-204, 1913).

— Licheni libici. 2a Contribuzione. (*Boll. Giard. col. Palermo*, t. 1, 1914).

— Licheni libici. 3a Contribuzione. (*Att. R. Ist. Veneto Sc. Let. Arti*, t. 74, pp. 1071-1101, 1915).

Jatta (A.). — Licheni dell' Asmara. (*N. G. bot. Ital.*, t. 17, pp. 192-206, 1910).

Chiovenda (E.). — Le Piante raccolte dal Dr Beccari in Eritrea nel 1905. Le Piante raccolte d. prof. Dainelli e Marinelli in Eritrea nel 1905-1906. (Lichenes). (*N. G. bot. Ital.*, pp. 114 et 168, 1919). Supplément au mémoire de Jatta.

Zanfrognini (C.). — Pugillo di Licheni corticicoli della Somalia. *Nuova Notarisia*, t. 28, 35 p., 1917.

— Lichenes della Somalia italiana. (In : Chiovenda, le Collezione botaniche della Missione Stefanini Paoli), in-4°, pp. 199-200, 1916.

Smith (Miss A. L.). — Lichens. (In : Talbot, Catalogue of Nigerian plants). (*Brit. Mus.*, p. 153, 1913).

Hue (A.). — Lichenes Poncinsianos in Africa tropico-orientali anglica a vic. de Poncins anno 1912 lectos elaboravit. (*Bull. Soc. bot Fr.*, Mém., 28, 24p., 1916).

Lindau (G.). — Lichenes. (In : Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika Expedition 1907-1908 unter Führung A. F. Herzog zu Mecklenberg. II, Botanik.) (in-8°, Leipzig, pp. 101 110, 1911).

Marloth (R.). — The Flora of South Africa. (Appendice : Lichenes, 17 p.). Londres, 1913).

ARCTIQUE, ANTARCTIQUE

Darbishire (O.). — Lichens collected during the 2nd Norwegian polar Expedition in 1898-1902. (*Rep. 2 nd Norweg. Arct. Exped. in the Fram*, n° 21 ; in-8°, 68 p., 2 pl., 1909).

Williams (R.). — Some farthest north lichens and mosses of the Peary Artic expedition to Grand Land in 1906. (*Torreya*, t. 18, pp. 210-211, 1918).

Galloë (O.). — Lichens from North-East Greenland collected by the Danmark - Expedition 1906-1907. (*Meddel. Grönland*, t. 43, 9, pp. 181-191, 1910).

— The Lichen Flora and Lichen Vegetation of Iceland. (The Botany of Iceland, II, 6.. (*Arbeid. Bot. Have*, n° 92, 148 p. Copenhague, 1919-1920).

Jatta (A.). — Licheni del Ruwenzori. (11 p., 1 pl., Milan, 1909).

Elenkine (A.). - Les Lichens des côtes polaires de la Sibérie. (*Mém. Ac. Sc. St-Petersb.*, sér. 7, 56 p., 3 pl., 1910).

Elenkine (A.) et **Savicz** (V.). — Lichenes in regionibus arcticis Oceani glacialis ab I. V. Palibin anno 1901 collecti. (*Acta Horti Petrop.*, t. 32, pp. 69-100, 2 pl., 1912).

Savicz (V.). — Enumerationes Lichenum in Lapponia Rossica et Nova-Zemlja a cl. R. Nieman ann. 1903 et 1908-1909 lectorum. (*Trav. Soc. sc. Etud. Fac. nat. Sc. math. Univ. St Petersb.*, t. 3, pp. 37-56, 1 pl., 1911).

— Lichenes in regionibus septentrionalibus Rossiæ Europæ a R. R. Pohle collecti. (*Acta Horti Petrop.*, t. 32, 1, pp. 15-67, 1912).

Darbishire (O.). — The Lichens of the Swedish Antaretic Expedition. (*Wissensch. Ergebnisse Schwedische Südpolar Expedition* 1901-1903 unter der Leitung von Dr O. Nordenskjold : Bd 4, Lief. 11 ; in-4°, 74 p., 3 pl. d. ; Stockholm, 1912).

Systématique, notes critiques, historique.

Bitter (G.). — Eine neue *Parmelia* (subgen. *Hypogymnia*) aus den argentinischen Provinz Salta. (*Rep. sp. nov.*, t. 12, p. 515, 1912).

Elenkine (A.). — Über die epiphylle Flechte *Biatorina Bouteillei* auf der Nadeln der Fichte und Tanne. (*Bol. rast. St-Petersb.*, t. 4. pp. 134-137, 1910).

— Uber die Flechte *Saccomorpha arenicola* mihi, die eine neue Familie *Saccomorphaceæ* mihi darstellt. (*Ber biol. Susswass. Naturf. Ges. St-Petersb.*, t. 3, pp. 174-212, 1 pl., 1912).

Fink (B.). — A new genus and species of the *Collemaceæ*. (*Mycologia*, t. 10, pp. 135-138, 1 pl., 1918).

Il s'agit du Lichen étudié par Miss Bachmann (voir plus haut, n° 34, appelé *Collemodes Bachmannianum*.

Howe (H.). — « Species plantarum » (1753) as a starting point for lichenological nomenclature. (*Proc. Thor. Mus. Nat. Hist.*, t. 1, pp. 1-6, 1910).

The Lichens of the Linnean Herbarium with remarks on Acharian material. (*Bul. Torr. Bot. Club*, t. 39, pp. 199-203, 1912).

— The genus *Usnea* and its Linnean nomenclature. (*ibid.*, t. 37, pp. 605-609, 1910).

The nomenclature of the genus *Usnea*. (*Bull. Torr. Bot. Club*, t. 41, p. 373-379, 6 pl., 1914).

Hue (A.). — Lichenes morphologice et anatomice. (*Nouv. Arch. Mus. Paris*, 4 sér., 8, pp. 237-272, 1906; 10, pp. 169-224, 1908; 5 sér., 1, pp. 111-166, 1909; 2, pp. 1-120, 1910; 3, pp. 133-198, 1911; 4, pp. 1-52, 1912; 64 fig.).

Suite aux « Lichenes extra-europei », comprenant les numéros 441-443, genres *Pannaria*, *Thelidea*, *Acarospora*, *Myriospora*, *Aspicilia*, *Lecidea* sect. *Blastenia*, avec 83 espèces et variétés nouvelles. Lichens d'Europe et du monde entier: pour chaque espèce bibliographie complète, longue description avec anatomie détaillée du thalle, distribution géographique.

Hue (A.). — Description de 3 espèces de Lichens. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 57, pp. 280-286, 1910).

— Sur la variation des gonidies dans le genre *Solorina* Ach. (*C. R.* t. 151, pp. 332-334, 1910).

— Monographiam generis *Solorinæ* Ach. morphologice et anatomice, addito de genere *Psoromaria* Nyl.. (*Mém. Soc. Sc. nat. math. Cherbourg*, t. 38, pp. 1-56, 1911).

— Plurimas Lichenum species glaucogonidia continentes... (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. 61, pp. 333-330, 1914).

— Lichenes novos vel melius cognitos... (*Ann. mycol.*, t. 12, pp. 509-534; t. 13, pp. 73-103, 1915). Un genre nouveau, *Xylanderiella*, famille des Pyrénothamniacées.

Kajanus (B.). — Über die systematische Stellung der Flechtengattung *Stereocaulon*. (*Bot. Not.* pp. 83-90, 1911).

Kreyer (G.). — Uber die neue Flechte *Ramalina baltica* Lettau. (*Bull. Jard. bot. P. le Gr.*, t. 14, pp. 277-296, 1914).

Lindau (G.). — Die Flechten. Eine Uebersicht unsere Kentnisse. (*Sammlung Göschen*, n° 683; 123 p., 54 fig., 1913). Généralités sur la morphologie, l'anatomie, la physiologie et la reproduction des Lichens; caractères des familles.

Lindau et **Sydow** (P.). — Thesaurus litteraturœ mycologicœ. et lichenologicæ Vol. 3-5. (Bornträger, Leipzig, 1912-1918).

Linkola (K.). — Über die Thallusschuppen bei *Peltigera lepidophora* (Nyl). (*Ber. deutsch. bot. Ges*, t. 30, p. 52-54; 1 pl., 1913).

M'Andrew (J.). — A new Lichen, *Lecanora Andrewi* Bouly de L. (*Trans. Proc. bot. Soc. Edinb.*, 1 p., 1913).

Malme (G.). — *Rinodina septentrionalis*, n. sp. (Svensk bot. Tidskr., t. 6, pp. 920-923, 1912).

— Lichenologisca notiser. (*ibid.*, t. 9, pp. 248-255, 1915; t. 10, pp. 81-88, 1916; t. 12, pp. 117-122, 250-255, 1918).

— Lichenes suecici novi. (*ibid.*, t. 13, p. 26-31, 1919).

Paulson (R.). and **Thompson** (P.). — A new Lichen *Gongylia viridis* A. L. Smith in Surrey and Essex. (*Knowledge*, t. 34, p. 184, 1 fig., 1911).

Picquenard (C.). — Les limites de l'espèce en Lichénologie. (*Rev. bretonne Bot. pure et appl.*, t. 5., pp. 13-27, 1910).

Plitt (C.). — A short history of Lichenology. (*Bryologist*, t. 22, p. 77-85, 1919).

Sättler (H.). — Allgemeines und Methodisches aus der Lichenologie. Anregungen zum Studium und für den Unterricht. (*Aus der Natur*, t. 13, pp. 138-143, 182-190, 14 fig., 1917).

Smith (A.). — Lichenology, a new departure. (*Trans. Brit. Myc. Soc.*, t. 6, p. 32, 1918).

— New Lichens. (*J. of. Bot.*, t. 40, pp. 41-44, 1911).

Steiner (J.). — Adnotationes lichenographicæ. (*Oest. bot. Zeits.*, t. 61, pp. 177-183, 1911; t. 63, pp. 335-342, 1913; t. 65, pp. 278-292, 1915; t. 67, pp. 276-284, 1918).

Wheldon (J.) and **Travis** (W.). — A new Lancashire Lichen. (*Lancash. Nat.*, t. 6, pp. 324, 1913).

Zahlbruckner (A.). — Neue Flechten. (*Ann. Mycol.*, t. 10, pp. 359-384, 1912; t. 12, pp. 335-345, 1914; t. 14, pp. 45-61, 1916).

— Flechtensystematische Studien, I: Die Flechtengattung *Rhabdopsora* Müll. Arg. (*Hedwigia*, t. 59, pp. 301-306, 1917).

Zanfrognini (C.). — Intorno la *Caloplaca citrina* e la sua autonomia rispetto agli stati leprosi di altri Lichen. (*Nuova Notar.*, t. 26, 11 p., 1915).

VI. — Lichens fossiles.

Sernander (R...). — Subfossile Flechten. (*Flora*, t. 111, pp. 703-724, 7 fig. 1918).

Après quelques mots touchant l'histoire des Lichens fossiles, très rares, où l'auteur fait ressortir la faible capacité des Lichens à la fossilisation, il donne des détails sur des dépôts scandinaves datant de la période post-glaciaire et renfermant des restes de Lichens qu'il appelle « subfossiles ». *Cladonia rangiferina*, par exemple, se rencontre dans des dépôts tourbeux, où d'abord mêlé aux *Sphagnum* il a ensuite dominé et constitué des couches presque pures. L'auteur indique aussi des restes de Lichens dans des tufs calcaires et sur des débris d'écorce de la même période.

VII — Exsiccata.

Harmand (J.). — Lichenes gallici præcipui, fasc. 11 (n° 501-550, 1913).

— Lichenes gallici rariores, fasc. 3 (n° 101-150), 1911.

Johnson (W. Rev.). — The North of England Lichen-Herbarium : fasc. 11-13 (n°s 401-520), 1910-1918.

Kutak (V.). — Flechtensammlung aus Böhmen, fasc. 1-5 (n° 1-250), 1912-1914.

Malme (G.). — Lichenes suecici exsiccati, fasc. 1-25 (n° 1-625), 1909-1918. Voir plus haut : Scandinavie.

Mereschkowsky (C.). — Lichenes Rossiæ exsiccati, fasc. 1-3 (n° 1-75), 1913.

Merrill (G.). — Lichenes exsiccati, fasc. 9-10 (n° 201-250), 1912).

Sandstete (H.). — Cladoniæ exsiccatæ, fasc. 1-2 (n° 1-248), 1918.

Hillmann (J.). — Ein neues Exsikkatenwerk über die Flechtengattung *Cladonia*. (*Naturw. Woch. n. F.*, t. 17, pp. 566-568, 1918). Sur les Exsiccata de *Cladonia* de Sandstele.

Zahlbruckner (A.). — Cryptogamæ exsiccatæ editæ a Museo Palatino Vindobonensi. Cent. 17-24, Lichenes, déc. 39-61, 1909-1916.

— Schedæ ad Cryptogamas exsiccatas... (*Ann. Naturhist. Hofmus.* Wien, t. 23, pp. 213-235, 1909 ; t. 24, pp. 269-292, 1910 ; t. 25, pp. 223-252, 1911 ; t. 26, pp. 155-182, 1912 ; t. 27, pp. 253-280, 1913 ; t. 28, pp. 121-143, 1914 ; t. 29, pp. 454-482, 1915 ; t. 30, pp. 197-225, 1916).

Lynge (B.). — On the World's « Lichenes exsiccati ». (*N. Mag. Nat.*, t. 51, pp. 95-122, 1913).

VIII. — Champignons parasites de Lichens.

Bouly de Lesdain (M.). — Lichens des environs de Dunkerque ; 3e partie, pp. 271-282, 1910.

Keissler (K.). v. — Einige bemerkenswerte Flechtenparasiten aus dem Pinzgau in Salzburg. (*Oest. bot. Zeitschr.*, t. 60, p. 55. 1909).

— Über einige Flechtenparasiten aus dem Thüringer Wald. (*Centralbl. Bakt.*, 2 Abt. t. 27, p. 208, 1910).

— Zwei neue Flechtenparasiten aus Steiermark. (*Hedwigia*, t. 50, 5 p., 1911).

Kotte (J.). — Einige neue Fälle von Nebensymbiose (Parasymbiose). (*Inaug. Diss.*, in-8°, 24 p., 3 pl., Iena, 1909).

Moreau (F. et Mme). — Quelques observations sur un Ascomycète (*Agyrium rufescens*) parasite de *Peltigera polydactyla*. Hoffm. (*Bull. Soc. myc. Fr.*, t. 32, pp. 48-53, 3 fig., 1916).

Epicymatia aphthosæ n. sp., parasite du Lichen *Peltidea aphtosa* Hoffm. (*ibid.*, t. 33, pp. 23-27, 2 fig., 1917).

Stukenberg (E.). — Über den auf dem Thallus der Flechte *Endocarpon miniatum* Ach. parasitierenden Pilz *Celidium pulvinatum* Rehm. (*Journ. f. Pflanzenkrankh.*, 6 p., 1913).

Tobler (F.). — *Verrucaster lichenicola* n. gen., n. sp., (*Abh. Natw. Ver. Bremen*, t. 51, pp. 383-384, 1913).

Vouaux (Abbé). — Synopsis des Champignons parasites de Lichens. (*Bull. Soc. myc. Fr.*, t. 28, pp. 177-208, 209-256, 1912; t. 29, pp. 33-128, 399-446, 447-495, 1913-1914; t. 30, pp. 135-198, 1914).

Ne pouvant analyser en détail les nombreuses notes publiées de 1910 à 1919 sur la systématique et la floristique des Lichens, j'ai cru cependant rendre service aux Lichénologues en en dressant la liste par catégories. Je m'excuse d'avance des oublis inévitables, désireux de les réparer, sur indication des auteurs, dans une prochaine révision. Je dois faire remarquer également que, malgré mes efforts pour les avoir entre mes mains, quelques travaux analysés dans les premiers chapitres (n° 5, 20, 38, 42, 43, 49, 53, 56, 58, 64, 68) n'ont pu l'être que d'après des renseignements indirects.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Fr. Weis et K.-A. Bondorff. — **Kemisk-biologisk undersøfelse af skovjord under overernærede graner i lyngby skov.** — (Recherches relatives aux causes de l'hypertrophie de l'*Epicea*). — (*Det forstlige forsøgsvæsen i Danmark*, V., pages 343-352, 1920).

Ces recherches, qui sont la continuation de travaux antérieurement parus, ont trait aux causes d'une hypertrophie observée chez l'Epicéa (*Picea excelsa*).

L'analyse chimique du sol où croissent ces Epicéas indique une grande richesse en azote, aussi bien au point de vue absolu que par rapport aux substances minérales. De l'avis des auteurs, c'est dans cette disproportion des substances alimentaires assimilables que réside la cause de l'hypertrophie observée, cette hypertrophie étant alors due à une nutrition trop exclusivement azotée.

MM. Weis et Boudorff ont constaté que l'azote contenu dans la terre où croissent les Epicéas hypertrophiés se transforme facilement en azote nitrique, si cette terre, qui est d'autre part très acide, est placée dans des conditions favorables. L'agent de la nitrification considérable qui s'opère alors doit être d'ordre biologique, car cette transformation ne se produit pas si la terre a été préalablement stérilisée ; de plus, si on ajoute à cette terre de la peptone, la nitrification n'a pas lieu ; si l'on y ajoute du sulfate d'ammonium, le sulfate d'ammonium n'est pas nitrifié ou ne l'est que très imparfaitement, à moins qu'il n'ait été additionné de carbonate de calcium.

MM. Weis et Boudorff ne sont pas encore parvenus à isoler les bactéries qui produisent cette nitrification, car les semis de terre où croissent les Epicéas hypertrophiés, effectués dans le milieu de Winogradsky, ont toujours conduit à des résultats négatifs. Il est possible que ce ne soient pas les bactéries nitreuses et nitriques habituelles qui agissent dans ces terres forestières très acides et très riches en humus.

Denise Kohler

Flora Batava. — **Afbeelding en beschrijving der nederlandsche Gewassen** (402e-405e aflevering. *S'Gravenhage*, 1920).

Ainsi que les précédentes, dont une analyse a paru dans la *Revue générale de Botanique*, ces livraisons renferment les descriptions d'un certain nombre d'espèces recueillies en Hollande, souvent pour la première fois.

Dix-huit espèces sont étudiées : ce sont 3 *Rubus* (*R. procerus* J.-P. Müll ; *R. Wahlbergii* Arrh. ; *R. rubicundus* J.-P. Müll et Wirtg.); *Rumex fennicus* Mürbeck., *Dipsacus laciniatus* L , *Lepidium Bonariense* L , *Agrostis scabra* Willd., *Phalaris præmorsa* Lam. et D. C.; et 10 espèces de Champignons : 8 Basidiomycètes, *Sistotrema confluens* Fr., *Tricholoma russula* Schaeff., *Pleurotus mitis* P., *Russula fellea* Fr., *Cyphella capula* Holmsk., *Hygrophorus agathosmus* Fr., *Polyporus leucomelas* P., *Boletus felleus* Bull. et 2 Ascomycètes, *Xylaria Guepini* (Fr.) Ces. et *X. filiformis* A. et S.

Comme dans les livraisons antérieures, ces descriptions rédigées en hollandais et en français sont accompagnées de belles planches en couleur.

Jacques GAUMÉ

E. ANNET. — **Contribution à l'étude du Palmier à huile. Le Palmier à huile au Cameroun, variétés, culture, exploitation.** (*These de Doctorat*. Larose, éditeur, 11, rue Victor-Cousin, Paris).

M. Emile Annet, qui a fait un séjour de plusieurs années, au Dahomey d'abord et au Cameroun ensuite, s'est spécialisé dans l'étude botanique et agronomique du Palmier à huile. C'est le résultat de ses travaux à la fois scientifiques et technologiques qu'il a présenté à la Faculté des Sciences de Paris en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Université.

L'auteur étudie tout d'abord la répartition géographique de l'*Elæis* dans la colonie du Cameroun et examine les divers facteurs qui interviennent pour régler cette répartition Il indique les régions où ce Palmier se développe dans des conditions assez favorables pour y être l'objet d'une exploitation intensive et cite les principaux centres de culture et d'exploitation.

Il a été décrit de nombreuses variétés de l'*Elæis guineensis*, différant en général les unes des autres par les caractères des fruits, les autres caractères de l'arbre étant très constants. L'auteur examine la valeur des caractères différentiels mis en évidence ; les variations constatées semblent dues surtout à l'influence du milieu et tous les termes de transition entre les variétés décrites peuvent être observés ; des fruits présentant les caractéristiques propres à des variétés différentes peuvent même être réunis sur un même régime. La division de l'espèce *Elæis guineensis* en nombreuses variétés semble donc critiquable au point de vue botanique, mais elle présente un intérêt au point de vue économique car les fruits offrant les divers caractères décrits n'ont pas les mêmes propriétés au point de vue technologique ni surtout la même richesse en matières grasses.

Pour ce qui concerne le Cameroun, l'auteur maintient six variétés parmi les diverses formes caractérisées par ses devanciers. D'autre part, l'étude approfondie qu'il a faite de l'*Elæis* dans cette colonie lui a permis de caractériser une sous-espèce nouvelle, à laquelle il donne le nom d'*Elæis Poissoni*. Cette sous-espèce diffère de l'*Elæis guineensis* type par son

fruit qui est plus ou moins enveloppé dans une gaine charnue constituée par six staminodes accrescents de la fleur femelle. Dans cette nouvelle sous-espèce, M. Annet a constaté l'existence de deux variétés, l'une, v. *dura*, à endocarpe épais, l'autre, v. *tenera*, à endocarpe mince. Le dosage des corps gras dans les fruits de ces deux variétés a permis de constater que ces fruits ont la teneur la plus élevée en huile parmi tous ceux que fournissent les diverses variétés d'*Elaeis* connues. Cette richesse en substance grasse est précisément due au caractère différentiel de la sous-espèce, c'est-à-dire à la présence d'une enveloppe supplémentaire charnue résultant de l'accrescence des staminodes; ces organes acquièrent la même consistance que les tissus périphériques du fruit, et accumulent, comme ces derniers, une proportion élevée de matières grasses.

Les deux nouvelles variétés décrites portent à huit le nombre des *Elaeis* existant au Cameroun. M. Annet fait une description détaillée de ces variétés dont il a eu l'occasion d'étudier les diverses formes, et indique les raisons pour lesquelles huit seulement doivent être maintenues.

L'auteur examine ensuite la question de la culture du Palmier à huile. Il expose ce qu'est la culture et l'exploitation de l'*Elæis* par les indigènes, les modifications qui doivent leur être apportées, et la réglementation qui doit être instituée pour améliorer la production. Il passe ensuite aux cultures entreprises par les Européens. Il fait une étude extrêmement détaillée et documentée de la culture rationnelle de l'*Elæis*, des méthodes actuelles et des modifications qui doivent leur être apportées. Il examine successivement les exigences du Palmier, le choix et l'aménagement du terrain de culture, le semis, la mise en place, la conduite de la Palmeraie, l'emploi des engrais, les cultures intercalaires, la récolte, le rendement en corps gras. Il met en évidence l'importance qu'il y aurait à entreprendre des recherches de sélection et à développer la culture des deux variétés dont le rendement en matières grasses apparaît comme le meilleur, l'*Elæis Poissoni*, var. *tenera* et l'*Elæis guineensis communis*, var. *tenera*.

La dernière partie du mémoire de M. Annet est affectée à l'étude de la préparation industrielle des produits du Palmier à huile.

L'auteur a fait une étude très complète des diverses phases des méthodes d'exploitation du Palmier dans différentes usines du Cameroun ; il indique quelles sont les parties de ces méthodes qui sont défectueuses et doivent être améliorées, il suggère les modifications à faire pour obtenir à la fois de meilleurs rendements et des produits d'une valeur commerciale plus élevée, c'est-à-dire des huiles de palme chez lesquelles la formation des acides libres est réduite au minimum. Au cours de recherches dans les archives allemandes, à Bouea, M. Annet a découvert un rapport secret rédigé par M. Fickendey, Directeur de l'Institut d'Essais de Victoria, et résumant les résultats des observations et des recherches entreprises par ce technicien en vue d'améliorer l'exploitation du Palmier à huile. Il donne la traduction intégrale de ce document, fait la critique des données nou-

velles qu'il contient et met en évidence les parties les plus intéressantes susceptibles d'être utilisées.

Effectué par un technicien qui s'est spécialisé pendant plusieurs années dans l'étude de l'exploitation du Palmier à huile, qui a collaboré lui-même à cette exploitation et en connaît l'importance économique, les difficultés et les points faibles, ce travail est susceptible de rendre des services importants dans le choix des mesures à prendre pour conserver à nos colonies les avantages qu'elles possèdent dans la production des matières grasses.

R. COMBES

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce le décès de notre collaborateur M. LÉON BOUTROUX, Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Besançon, connu par ses recherches sur la fermentation acétique et la fermentation panaire.

* * *

L'Académie des Sciences vient de décerner les prix suivants :

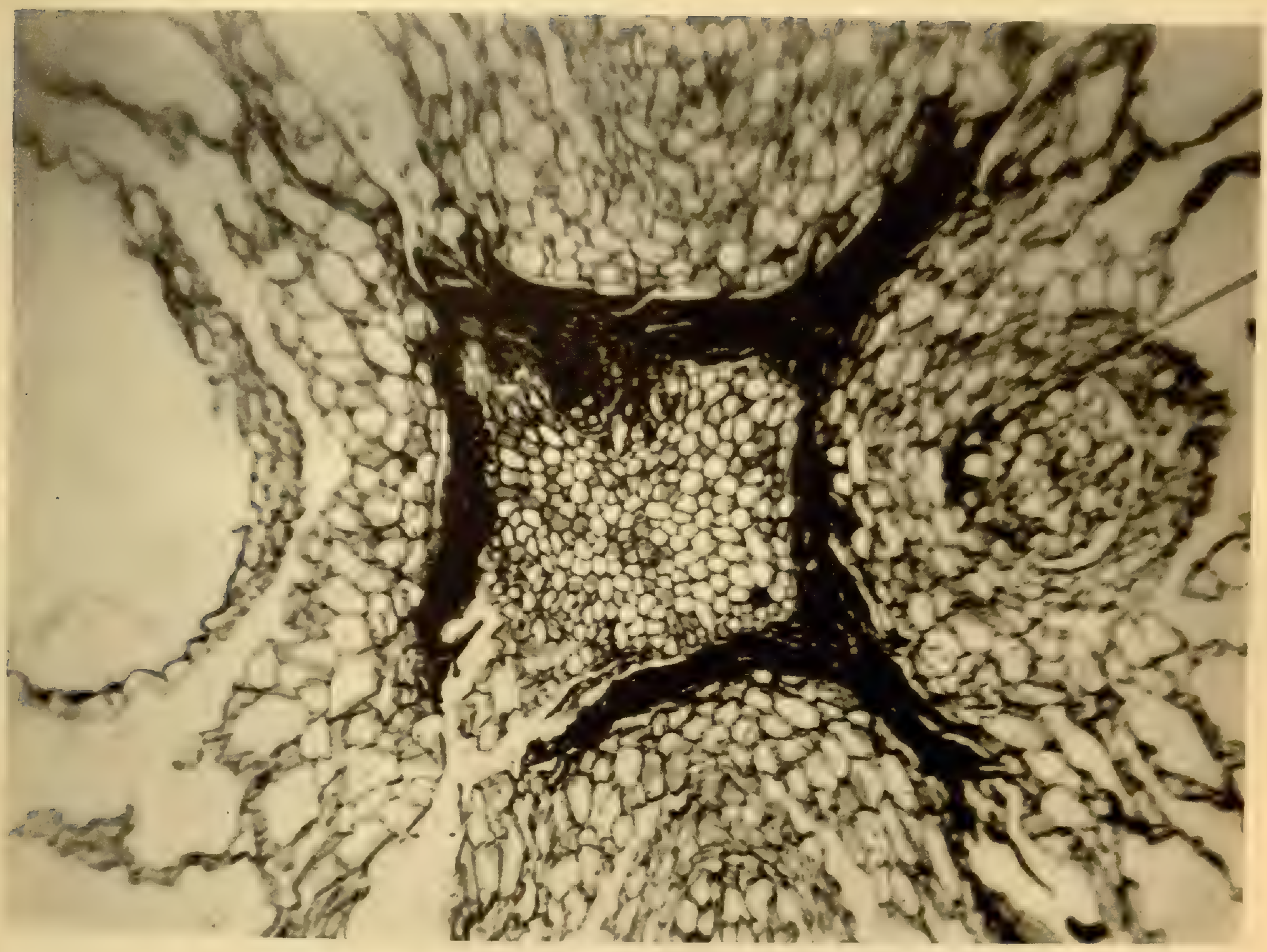
LE PRIX DESMAZIÈRES à M. ROBERT DOUIN pour ses travaux sur les *Hépatiques* :

Les deux PRIX MONTAGNE à M. RENÉ MAIRE pour la Mycologie du Nord de l'Afrique, et à M. SAMUEL BUCHET pour ses recherches sur les Myxomycètes ;

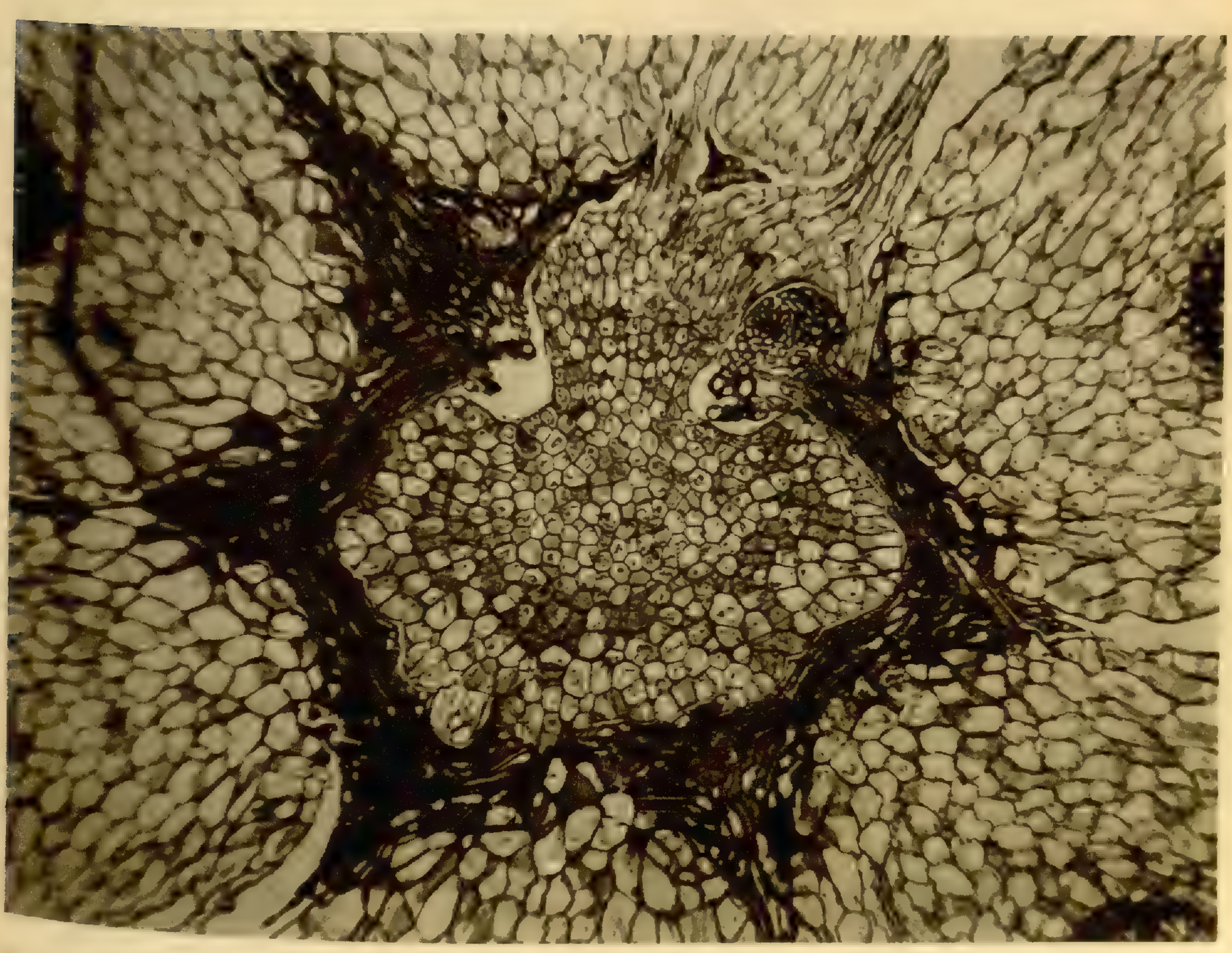
LE PRIX DE RUFZ DE LAVISON à M. RAOUL CERIGHELLI pour son Mémoire sur la respiration de la racine ;

LE PRIX DE COINCY à M. CHERMEZON pour ses travaux de Géographie botanique.

Nemours. — Imp. André LESOT. *Le Gérant :* Emile MICHAUDON



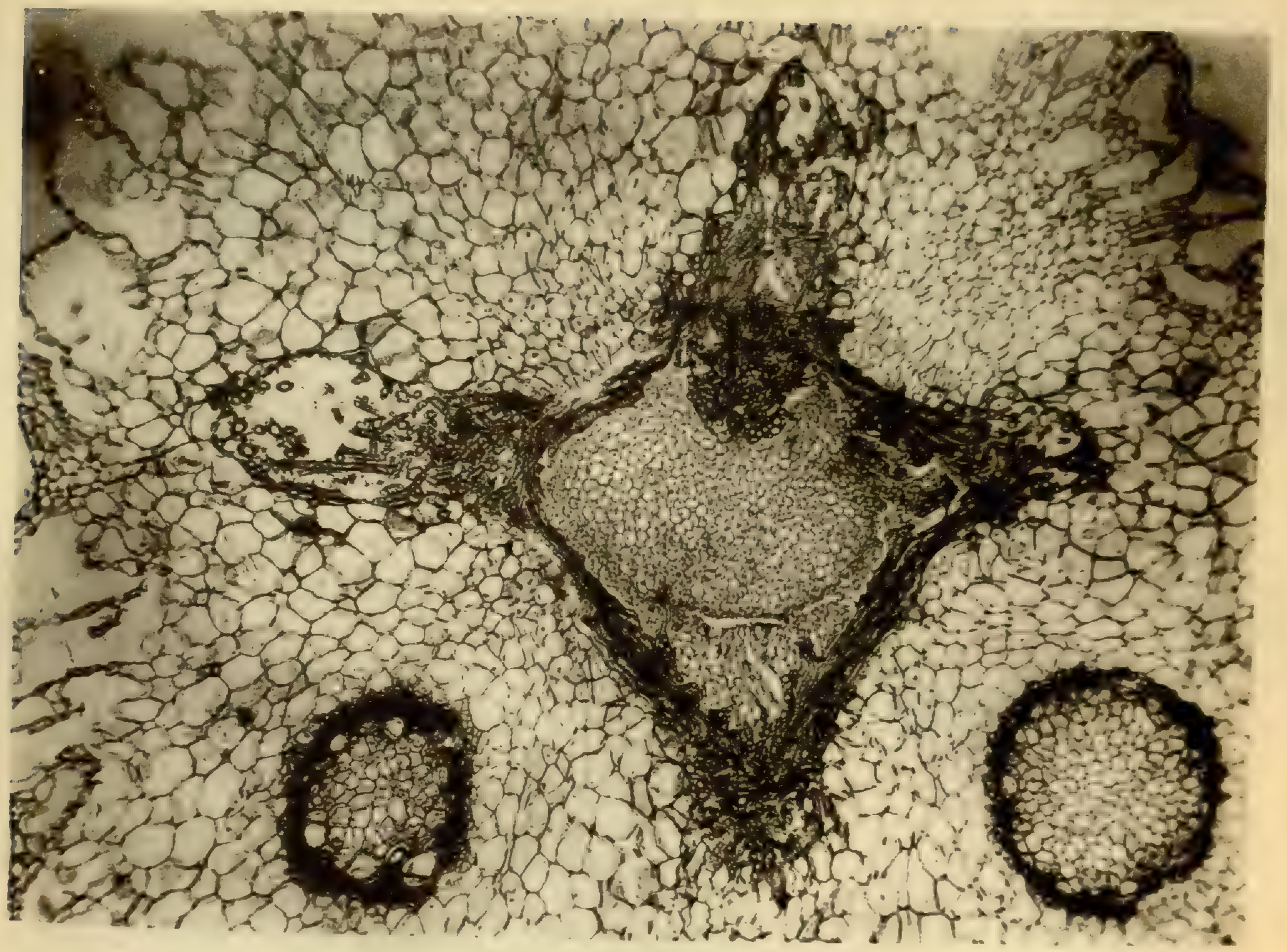
I



II

R. Douin, phot. Le Dentu, imp.

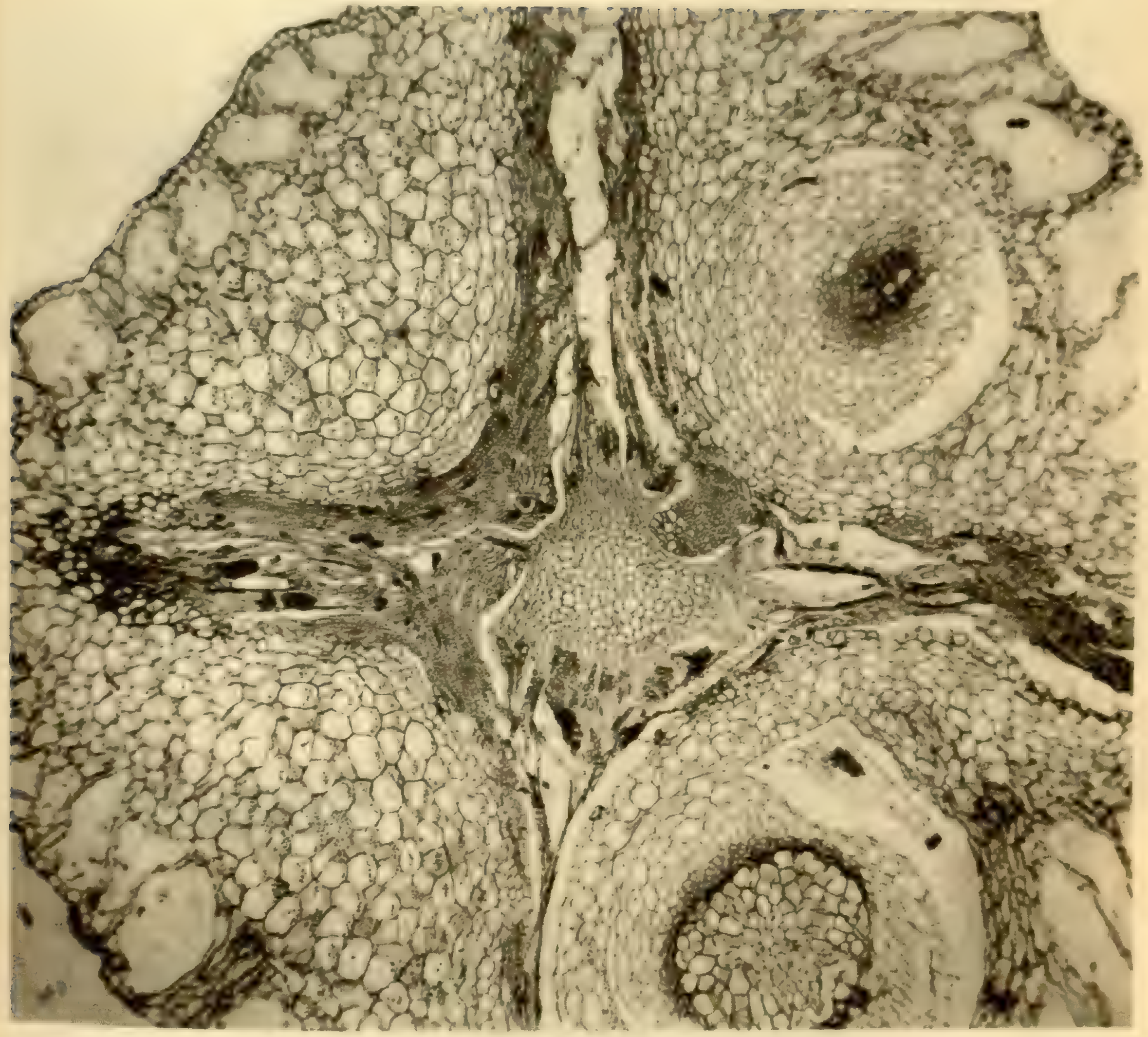
Sauteria, Peltolepis



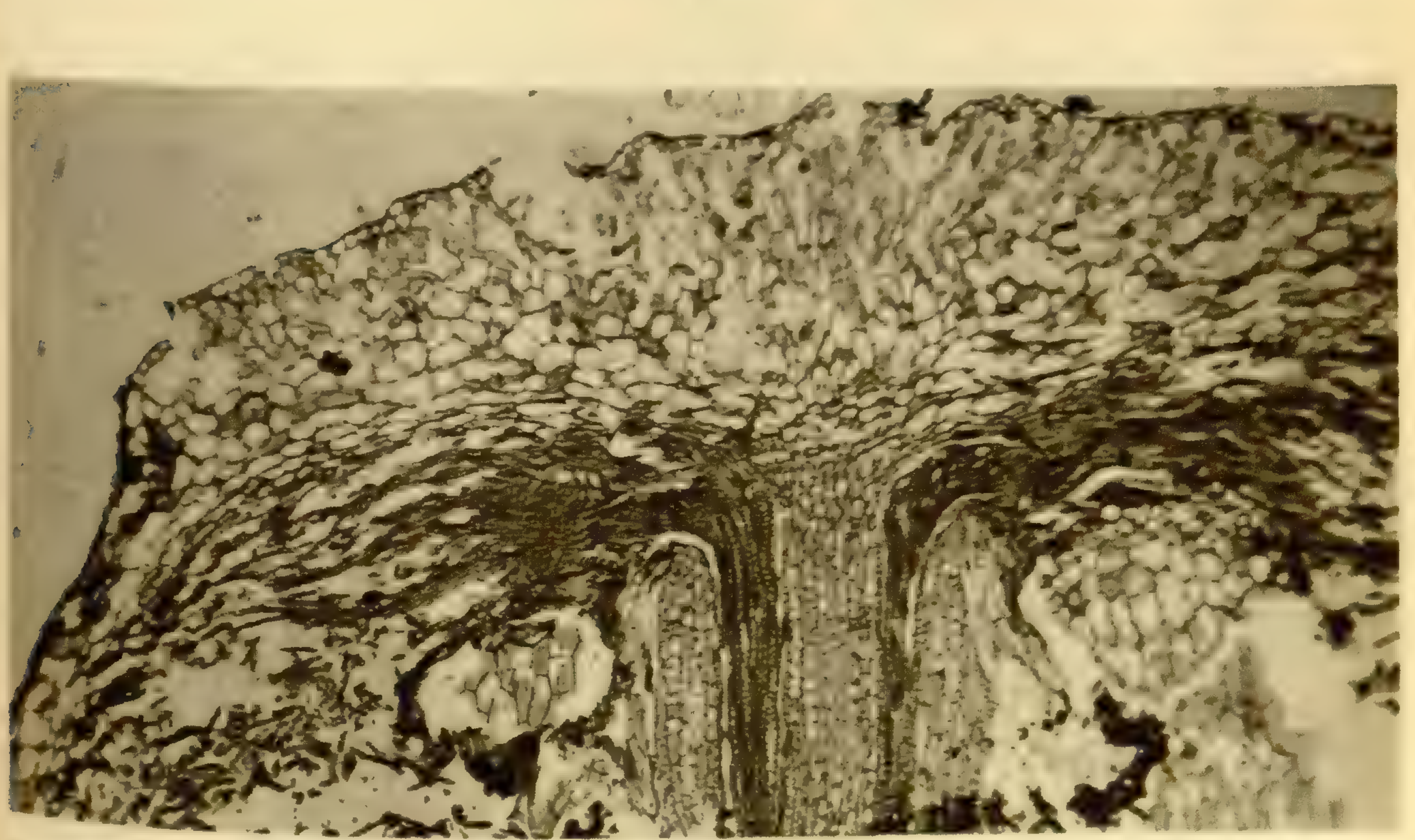
I

R. Doumic, phot. II Le Deley, imp.

Fimbriaria

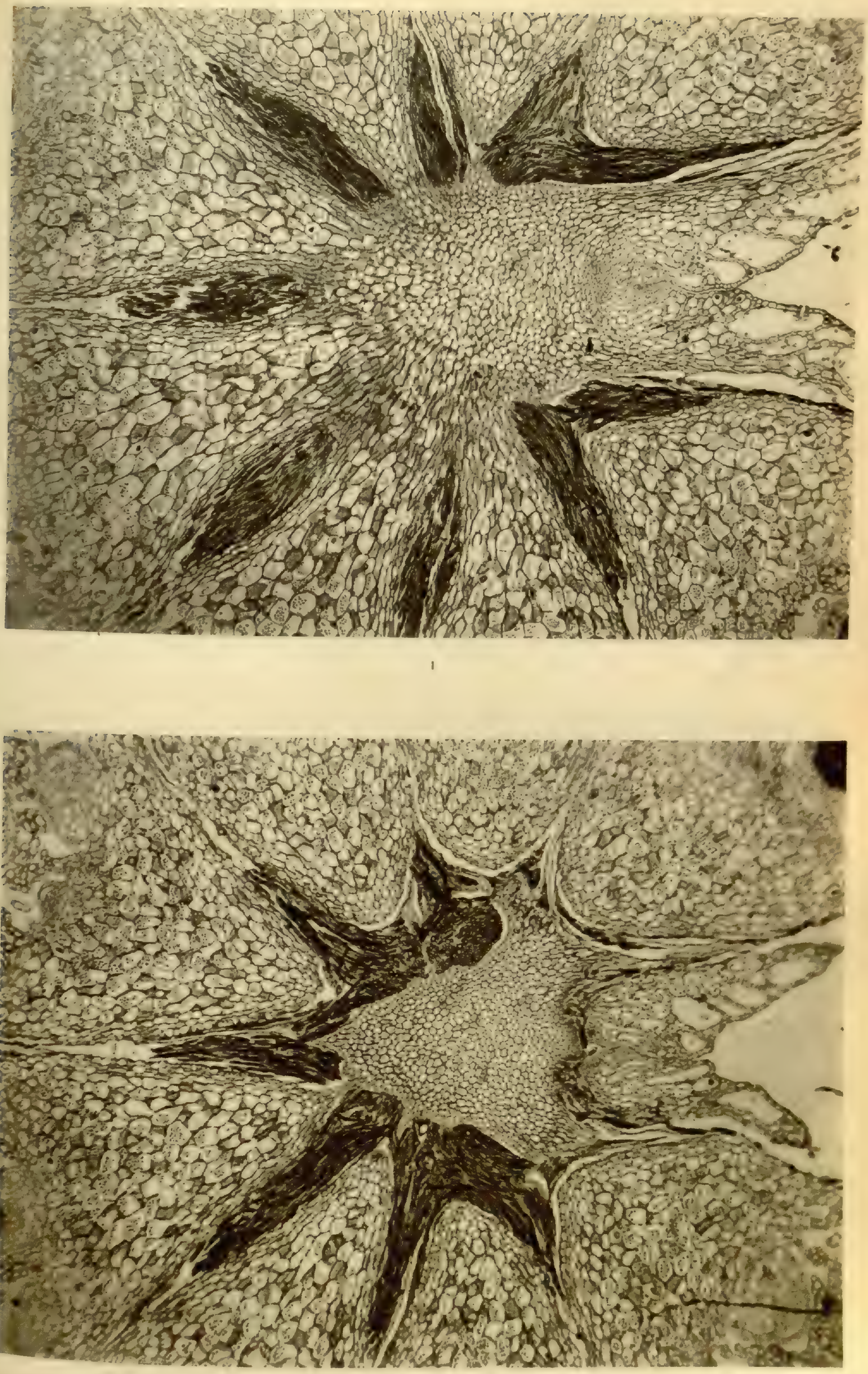


I



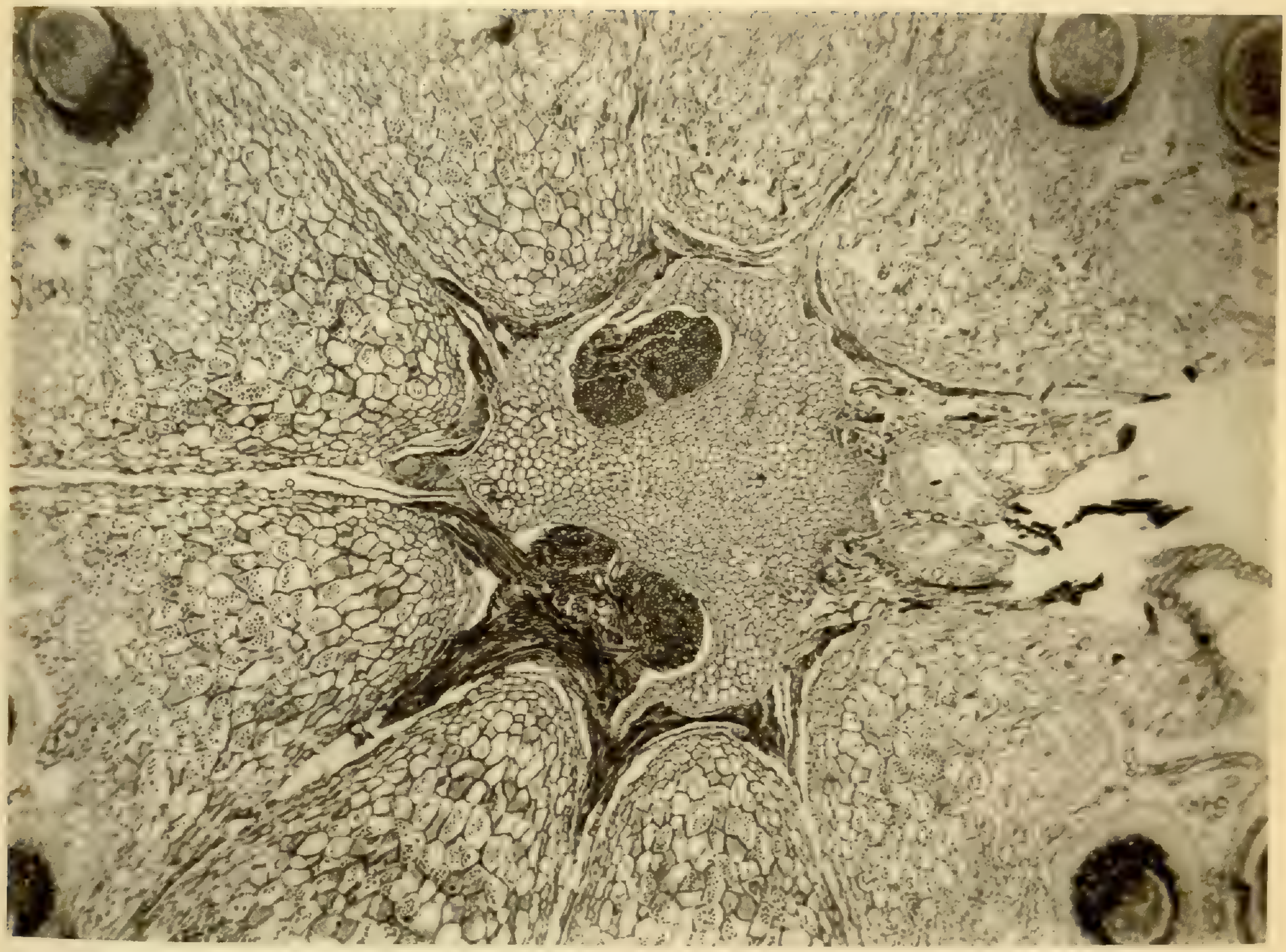
II

Preissia



R. Douin, phot. Le Deley, imp.

Marchantia

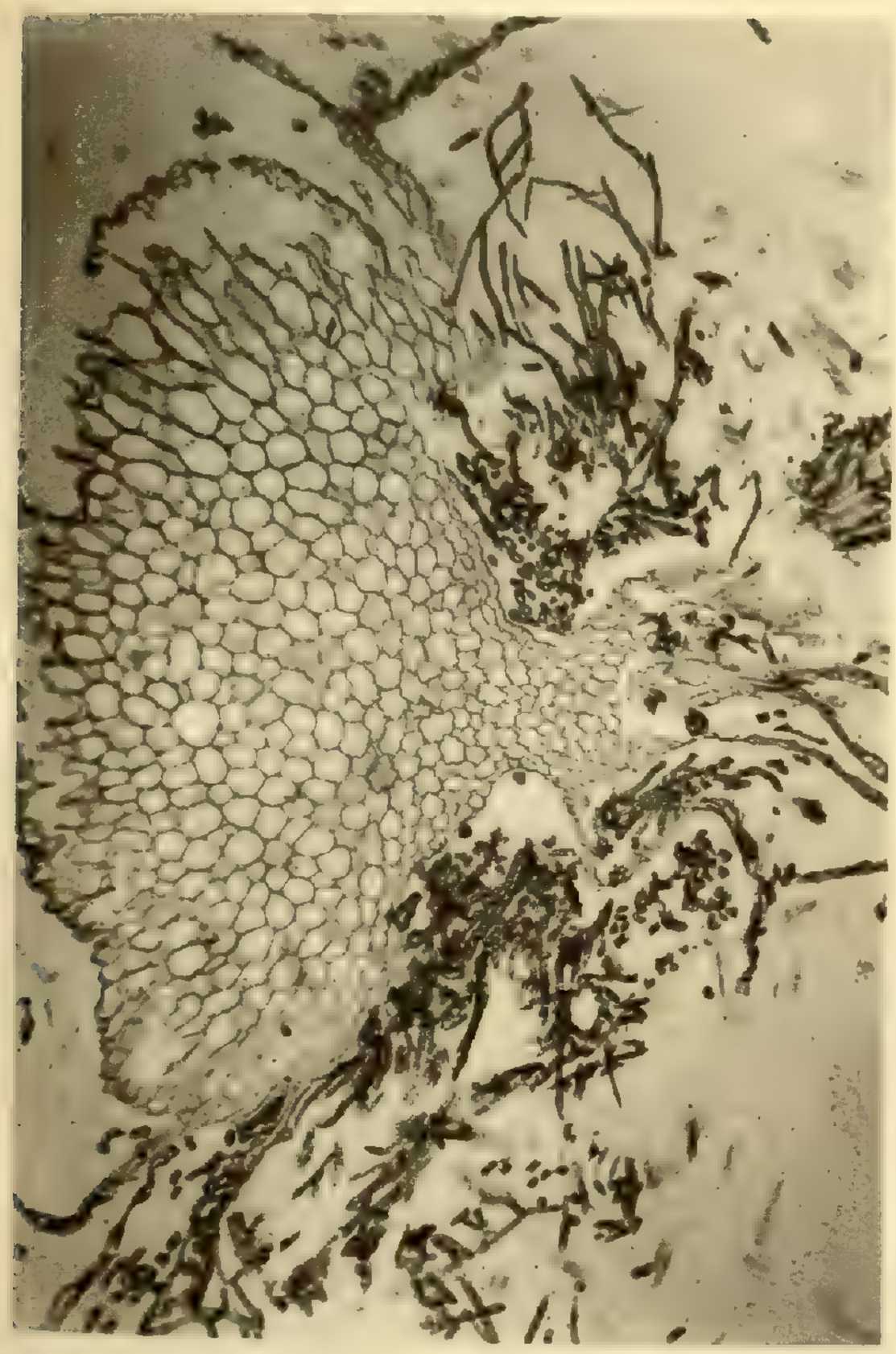


I

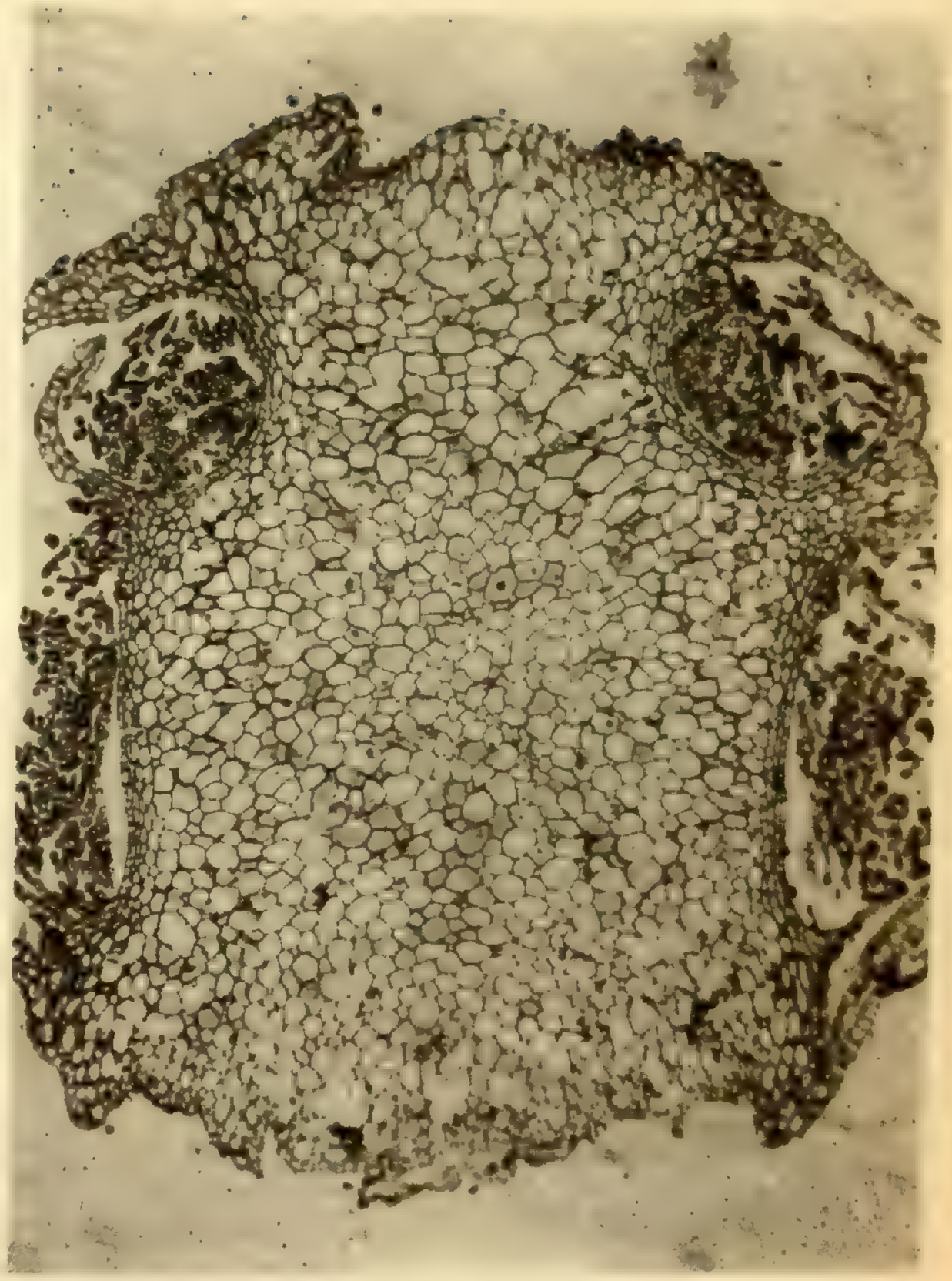
II

Marchantia, Preissia

R. Douin, phot Le Deley, imp.



I



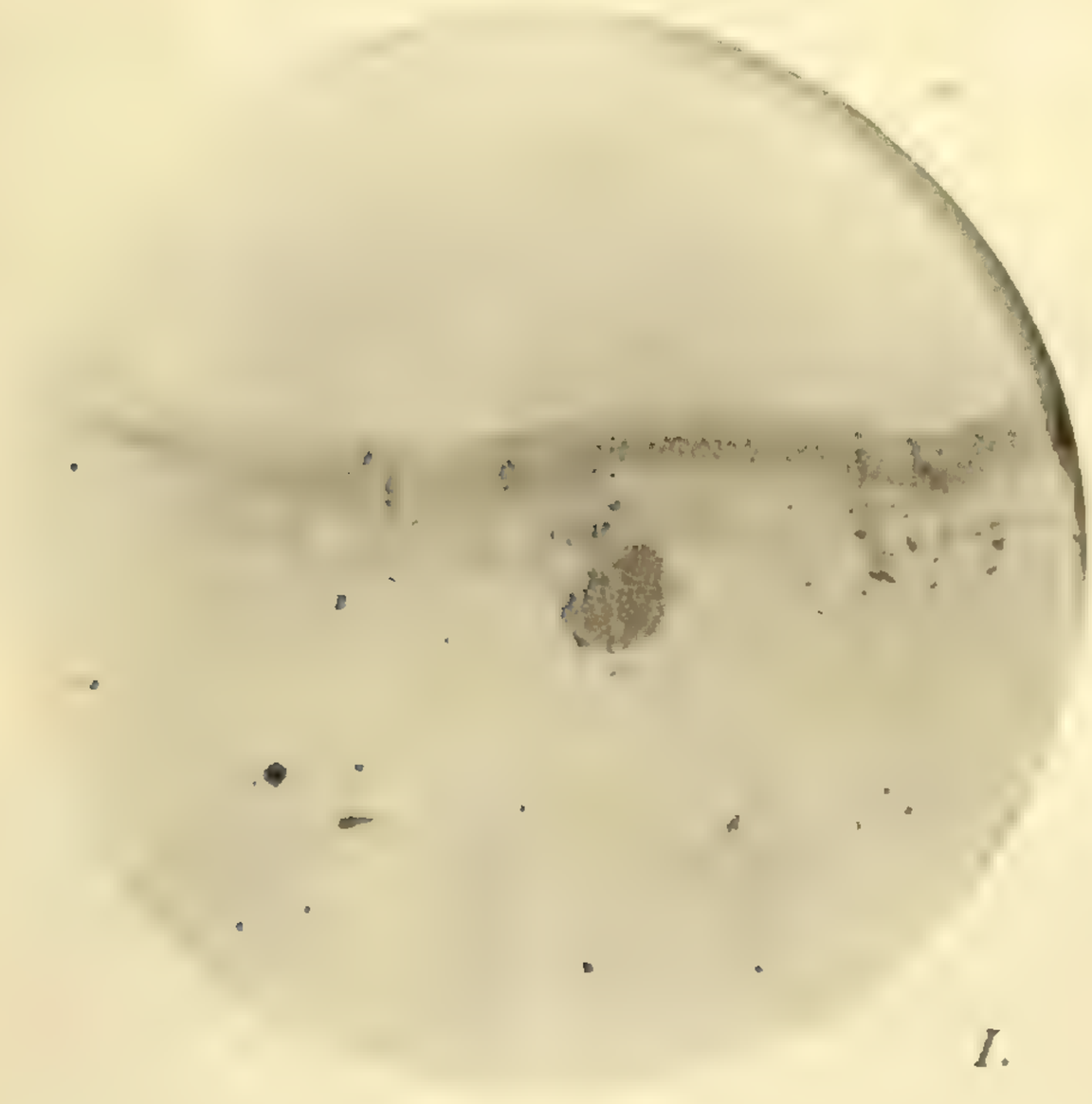
II

R. Doumic, phot.

111

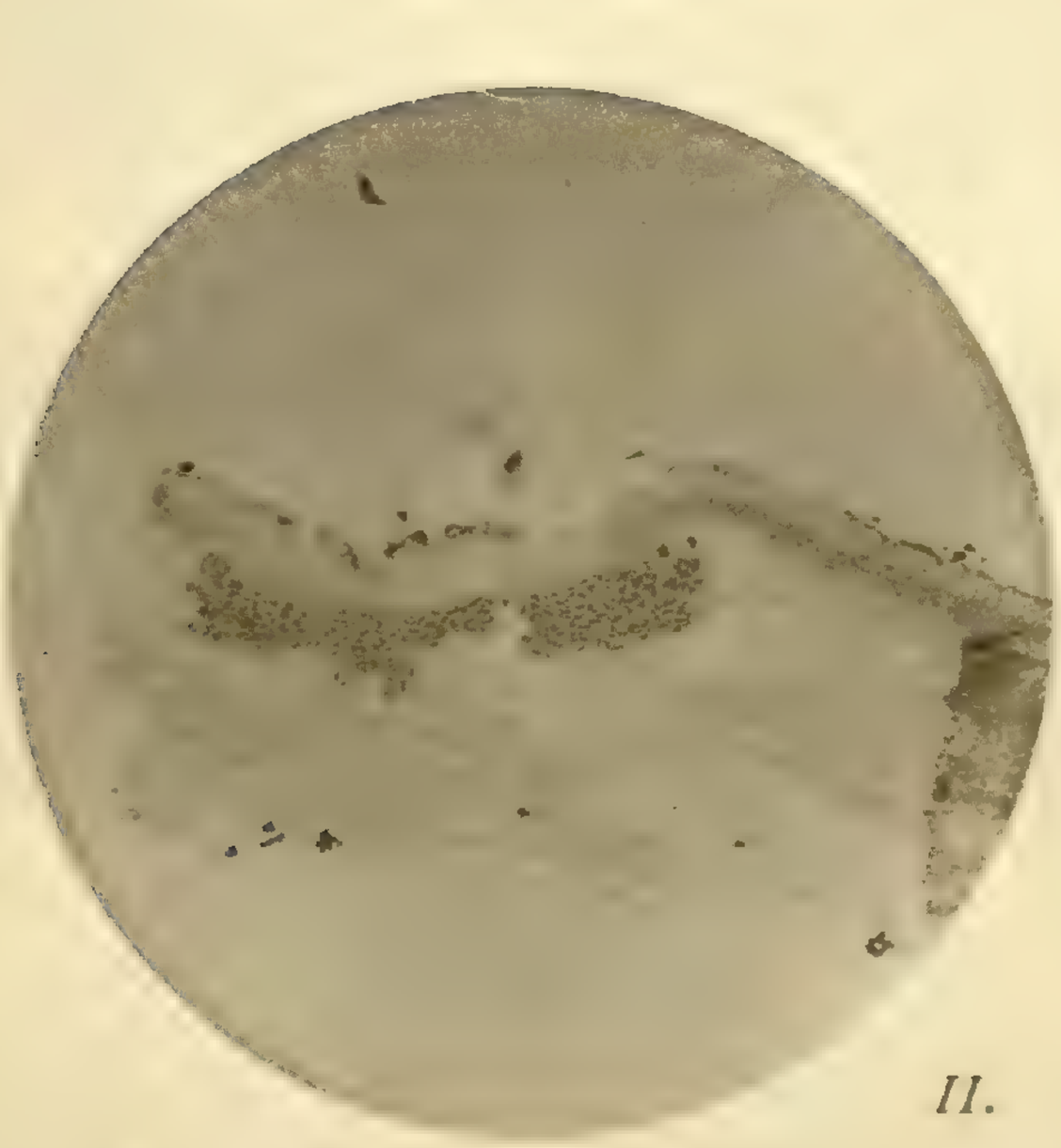
Le Deley, imp.

Preissia, Marchantia

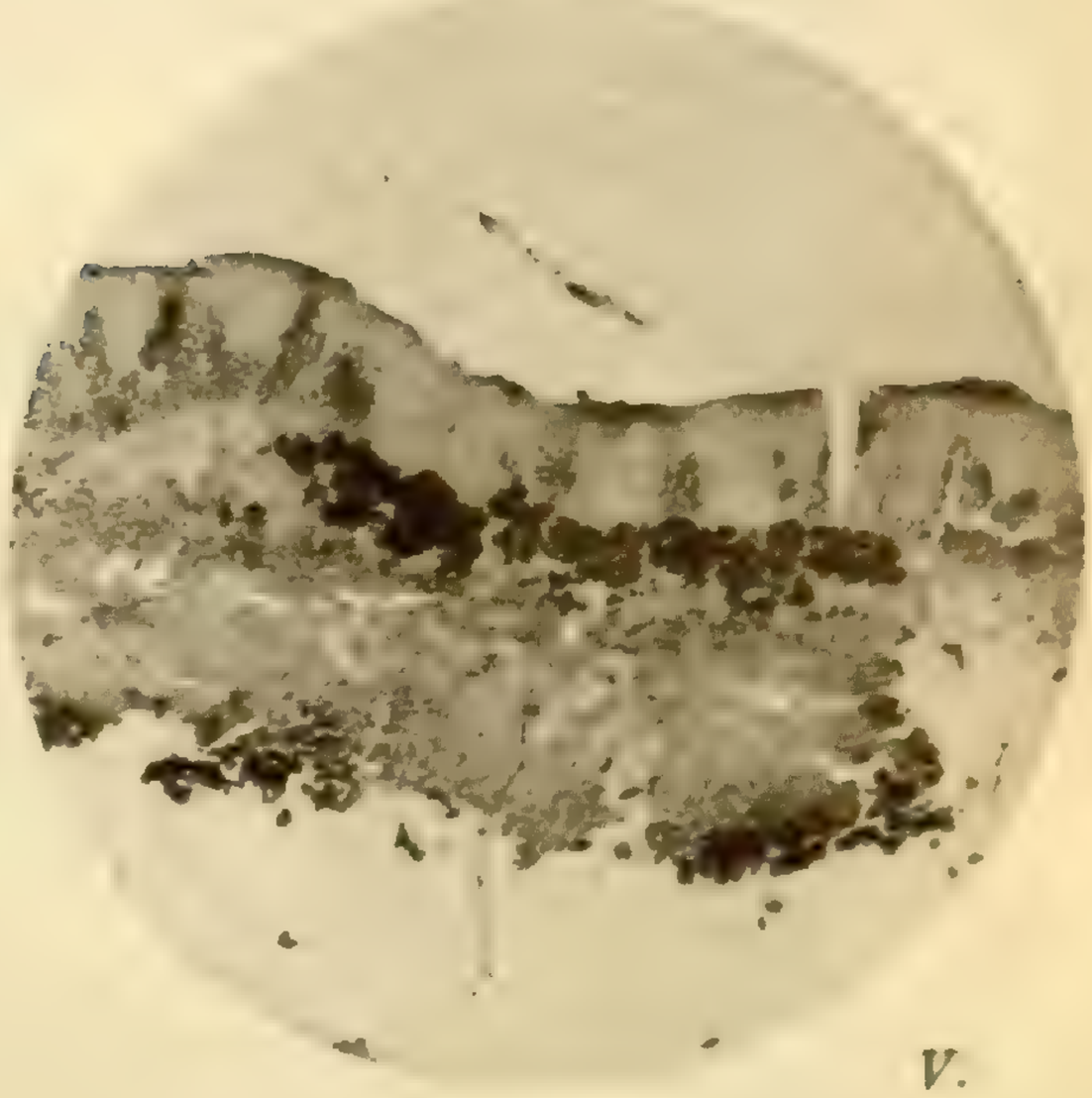


I.

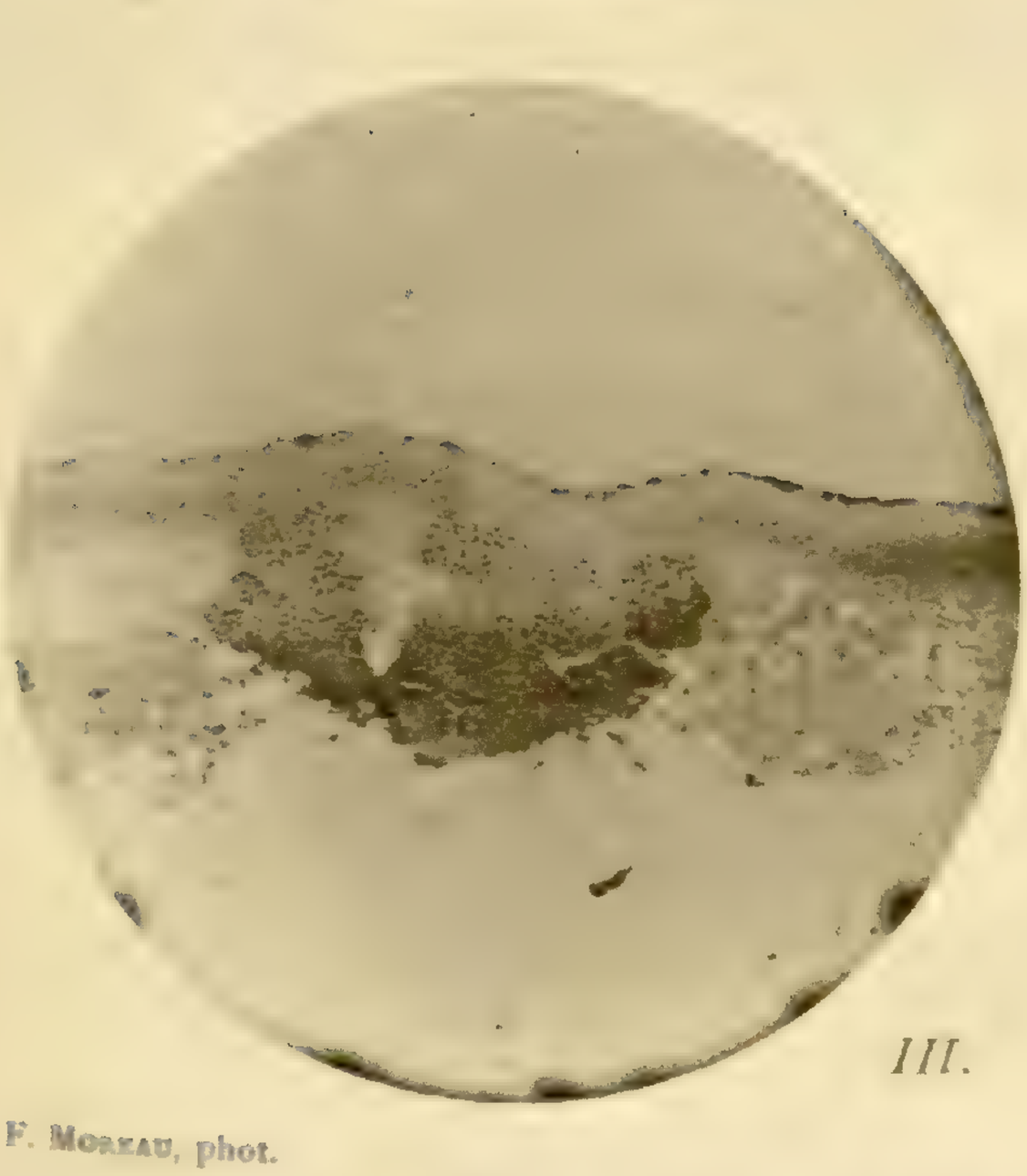
IV.



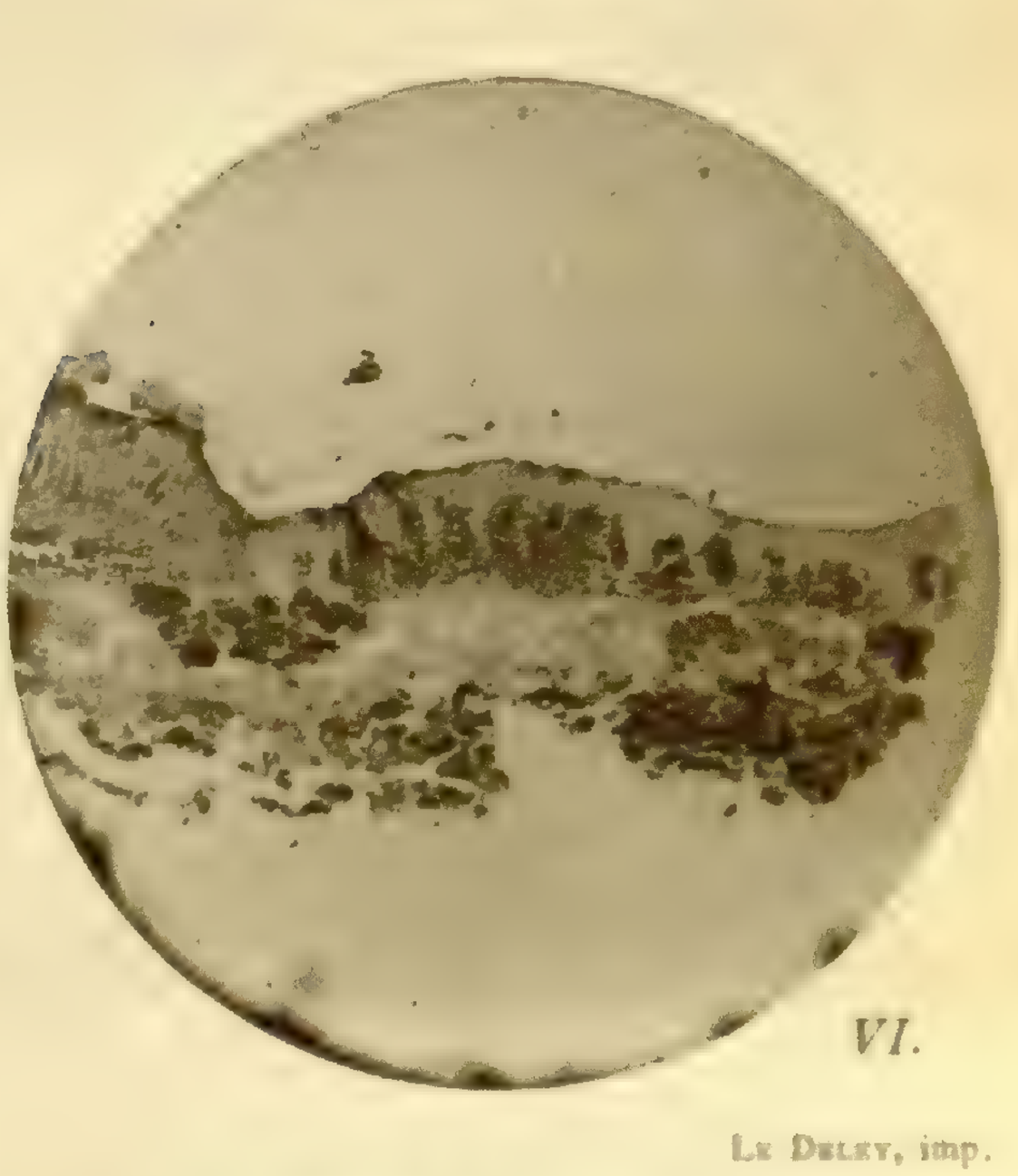
II.



V.



III.



VI.

F. Moreau, phot. Le Deley, imp.

La symbiose lichénique chez le Solorina saccata et le S crocea.

NOUVELLES OBSERVATIONS
SUR L'ORIGINE DES PLASTIDES
DANS
LES PHANÉROGAMES

par M. A. GUILLIERMOND

La question de l'origine des plastides dans les Végétaux supérieurs a été, dans ces dernières années, l'objet de telles controverses que nous avons cru utile de la reprendre d'autant plus que les résultats de nos recherches antérieures laissaient encore beaucoup d'obscurités en ce qui concerne l'évolution du chondriome.

On sait que trois opinions ont cours :

1° L'opinion que nous soutenons depuis le début de nos recherches à la suite de Pensa et Lewitsky et que nous croyons démontrée, qui consiste à admettre que les plastides résultent d'une différenciation des mitochondries. Cette opinion a été confirmée par Mirande dans ses études sur les Characées ainsi que par Forenbacher, Maximov, Alvarado, Wagner, Cowdry et Meves dans leurs recherches sur les Phanérogames. Il est certain que l'on ne saurait nier l'importance de l'opinion de ces deux derniers auteurs qui sont des zoologistes et qui n'ont abordé l'étude des Végétaux qu'après celle des mitochondries animales et surtout celle de Meves, l'un des cytologistes qui a le plus contribué à l'étude des mitochondries.

2° La théorie soutenue par Rudolph. A. Meyer, Scherrer, Sapehin et Mottier qui admet que les plastides et les mitochondries sont des formations absolument distinctes, mais qui dans les cellules embryonnaires des Phanérogames présenteraient des formes semblables et se confondraient au point qu'il serait difficile de les

distinguer. Cette théorie s'appuie sur un argument très important tiré de l'origine des plastides dans les Bryophytes : Dans ces végétaux, où la chlorophylle persiste à tous les stades du développement, les travaux de Scherrer, Sapehin et Mottier ont en effet démontré que les chloroplastes se transmettent de cellules en cellules par division et subissent une évolution parallèle à celle des mitochondries qui coexistent avec eux.

3° La théorie de Dangeard qui admet que les plastides présentent dans les cellules embryonnaires des formes mitochondriales qui avaient échappé jusqu'ici aux auteurs, mais que ces organites n'ont aucun rapport avec les mitochondries qui, elles, ne sont autre chose que des jeunes vacuoles remplies d'un contenu colorable ou des gouttelettes de lipoïdes. Cette conception du chondriome de la cellule animale, qui ne s'appuie que sur des observations vitales, à l'aide de colorants tels que les bleus de crésyl ou de méthylène qui ne colorent pas le chondriome (1), a été démontrée inexacte par nos recherches récentes, ainsi que par celles d'Alvarado. Nous ne croyons donc pas nécessaire de la discuter de nouveau. Nous nous bornerons à faire remarquer que tout ce que nous étudions ici est en dehors des éléments décrits par Dangeard.

Toutes nos recherches ont été faites sur des préparations fixées et colorées par la méthode de Regaud. Nous avons souvent employé des grossissements considérables de 3000, obtenus à l'aide de l'objectif à immersion 1/15 de Zeiss et de l'oculaire compensateur 18.

(1) L'observation vitale de coupes, des diverses racines que nous avons étudiées, colorées par le rouge neutre, le bleu de crésyl et le bleu de méthylène, nous a d'ailleurs permis de constater que le chondriome ne se colore jamais par ces procédés. Par contre, le contenu des vacuoles prend toujours une teinte diffuse et montre souvent des corpuscules qui retiennent fortement ces colorants. Ce sont des produits colorables que M. Dangeard a décrit sous le nom de métachromatine. Beaucoup de ces produits offrent les réactions des composés phénoliques, d'autres ne les montrent pas et sont de nature inconnue, mais aucun ne présente les réactions des corpuscules métachromatiques des Champignons. Ces corpuscules se colorent parfois dans les vacuoles par la méthode de Regaud, mais se distinguent toujours des mitochondries. Les colorants vitaux employés pour la différenciation des mitochondries (vert Janus, violet de Dahlia) ne nous ont en aucun cas permis de colorer le chondriome.

Nous avons pu apercevoir aussi dans les cellules vivantes de nombreux granules très réfringents qui brunissent par l'acide osmique et qui correspondent aux formations désignées par M. Dangeard sous le nom de sphérome. Mais ces éléments beaucoup plus facilement visibles que les mitochondries n'appartiennent pas au chondriome et ne se colorent pas par la méthode de Regaud.

Nous nous sommes aperçu de l'avantage des observations à très forts grossissements qui, s'ils donnent des images beaucoup plus floues des contours de la cellule, permettent de distinguer d'une manière beaucoup plus nette les formes des mitochondries. Enfin nous avons contrôlé nos résultats par des observations vitales aussi souvent que cela nous a été possible.

I. — Racine de Courge (Pl. 54 à 57).

Si l'on observe la coupe longitudinale d'une radicule à un stade très jeune de la germination, on constate, dans les cellules de la

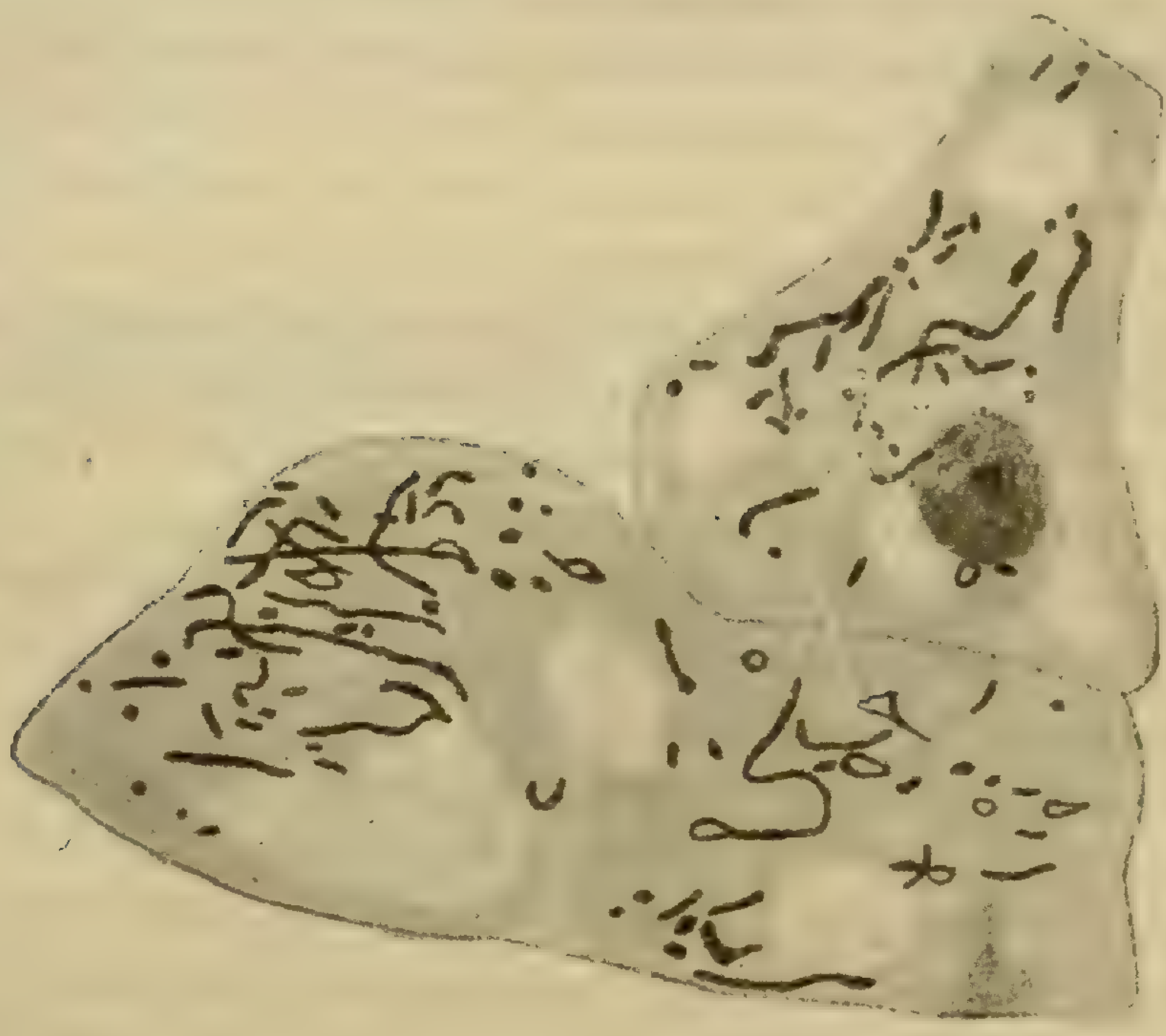


Fig. 1. — Cellule du foie de Grenouille. On peut se rendre compte que le chondriome y est tout à fait semblable a celui de la cellule végétale (méthode de Regaud. Gr. 3000).

région du méristème qui avoisine les cellules initiales, un chondriome constitué par un grand nombre d'éléments sous forme de grains et de courts chondriocontes. Tous ces éléments ont des dimensions semblables, se colorent de la même manière, et il est impossible de distinguer parmi eux ceux qui deviendront des amyloplastides de ceux qui resteront à l'état de mitochondries (Pl. 54, fig. 1). Dans le plérome, on assiste à la transformation d'un certain nombre de ces

éléments en chondriocontes allongés, qui paraissent résulter de la croissance en longueur d'éléments arrondis ou en forme de courts bâtonnets, et dans les cellules différenciées du cylindre central, le chondriome apparaît constitué à la fois par des chondriocontes allongés tout à fait semblables aux éléments de même nom de la cellule animale (fig. 1), et par des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets. Cependant ces éléments n'ont pas tous la même valeur, car les chondriocontes seuls donnent naissance à de petits grains d'amidon qui apparaissent sur leur trajet sous forme d'un petit renflement vésiculeux déterminé par la présence d'un grain d'amidon non colorable par l'hématoxyline et inclus dans le chondrioconte ; ils représentent donc des amyloplastes.

L'évolution du chondriome est plus complexe dans les cellules du périblème : ici, on constate de très bonne heure la formation de chondriocontes très allongés qui résultent de la croissance d'une partie des éléments du chondriome. Ces chondriocontes forment ensuite sur leur trajet de petits renflements, soit aux deux extrémités, soit à l'une seulement des extrémités, soit au milieu, soit même sur plusieurs points quelconques de leur trajet. Les chondriocontes prennent alors l'aspect d'haltères, de massues, de fuseaux ou deviennent moniliformes (Pl. 54, fig. 2 et 3). Ces renflements se séparent peu à peu, par rupture des parties effilées qui les réunissent, sous forme de corpuscules arrondis, tout en conservant pendant longtemps des appendices effilés, restes du chondrioconte générateur. Enfin ces appendices finissent par disparaître et les corpuscules prennent une forme sphérique et se distinguent des mitochondries granuleuses par des dimensions beaucoup plus volumineuses. Ces corpuscules qui sont souvent groupés autour du noyau représentent des amyloplastides. Ils élaborent bientôt des grains d'amidon composés. En même temps que ces éléments se différencient, les mitochondries granuleuses et les courts bâtonnets qui n'ont pas pris part à la formation des amyloplastides, ont une tendance à s'allonger sous forme de minces chondriocontes. Dans les cellules du parenchyme cortical définitivement formées, on observe à la fois des amyloplastides sous forme d'assez gros corpuscules arrondis colorables comme les mitochondries et de nombreux éléments mitochondriaux à l'état de grains, de courts bâtonnets et de chondriocontes (Pl. 54, fig. 4).

Si l'on étudie maintenant une radicule beaucoup plus développée, on observe des phénomènes très différents, d'ailleurs variables selon les cas.

Il y a des cas où les cellules les plus jeunes du méristème offrent un chondriome constitué presque exclusivement par des mitochondries granuleuses ou de courts bâtonnets (Pl. 55, fig. 1). Dans les cellules du plérome, ces éléments conservent leurs dimensions primitives, mais un certain nombre d'entre eux élaborent de petits grains d'amidon, tandis que les autres restent inactifs (Pl. 55, fig. 4). Au contraire, dans le périblème, un certain nombre des éléments du chondriome grossissent sans modifier leur forme et se groupent autour du noyau (Pl. 55, fig. 2 et 3). Ils se présentent alors sous forme de petits amyloplastides arrondis ou en forme de courts bâtonnets qui élaborent souvent de petits grains d'amidon. Les autres éléments du chondriome restent petits : quelques-uns ont une tendance à se transformer en chondriocontes peu allongés, puis, lorsque les cellules sont entièrement développées, ils se résolvent tous en mitochondries granuleuses (Pl. 56, fig. 1 et 2).

On trouve d'autres racines dans lesquelles les phénomènes sont beaucoup plus instructifs. Dans ces racines, les cellules les plus jeunes du méristème terminal, de même que celles des méristèmes des racines secondaires, renferment un chondriome constitué à la fois par des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets et par des chondriocontes plus ou moins allongés. Ce chondriome présente tout à fait l'allure du chondriome que l'on rencontre dans beaucoup de cellules animales et tous les éléments qui le composent présentent les mêmes dimensions et les mêmes caractères de coloration (Pl. 57, fig. 1). Cependant ces éléments ne se comportent pas de même physiologiquement, car dans les cellules les plus jeunes, les chondriocontes peuvent former sur leur trajet de petits renflements vésiculeux déterminés par la présence de petits grains d'amidon. Dès ce moment, ils fonctionnent donc comme des amyloplastes, tandis qu'au contraire les éléments en grains ou en courts bâtonnets ne donnent que rarement naissance à de l'amidon.

Dans les cellules en voie de différenciation, ce chondriome évolue d'une manière très différente selon la région que l'on considère.

Dans le plérome, les chondriocontes s'allongent, peuvent se ramifier, ils présentent l'aspect de filaments minces, onduleux et

souvent très allongés ; les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets conservent leurs formes primitives, cependant on constate que quelques-unes d'entre elles sont légèrement plus grosses que les autres. Les chondriocontes sont des amyloplastides et élaborent de petits grains d'amidon, les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets ne participent pas à cette élaboration, sauf parfois un petit nombre d'entre elles qui sont un peu plus grosses que les autres. Dans les cellules arrivées à leur entière différenciation, le chondriome conserve ces mêmes caractères (Pl. 55, fig. 5).

Dans le périblème, au contraire, les chondriocontes subissent une évolution plus compliquée : ils épaississent beaucoup, s'allongent, se ramifient parfois et peuvent élaborer de l'amidon (Pl. 57, fig. 2). Parmi les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets, il en est parfois quelques-unes qui grossissent, mais la plupart conservent leurs dimensions et leurs formes primitives ; quelques-unes cependant se transforment en chondriocontes minces et allongés.

Dans les cellules complètement différenciées, les chondriocontes différenciés qui représentent des amyloplastides, ont une tendance à se dissocier en grains. Les mitochondries qui ne sont pas différenciées conservent leur forme, quand elles sont granuleuses, et se dissocient en petits grains, si elles sont à l'état de courts bâtonnets ou de chondriocontes. On observe donc dans ces cellules un chondriome constitué par deux catégories d'éléments de mêmes formes, se colorant de la même manière, mais se distinguant seulement par leurs dimensions (Pl. 56, fig. 3). Il y a des amyloplastides qui présentent des formes très variables : tantôt ce sont de longs chondriocontes, parfois ramifiés, tantôt des chondriocontes en voie de se segmenter en courts bâtonnets à la façon d'un Bacille se divisant transversalement, tantôt des chondriocontes en voie de se dissocier en grains, et présentant sur leur trajet de petits renflements, ou en forme d'haltères, enfin ce sont souvent de simples grains isolés ou réunis en chainettes, ou de courts bâtonnets. Tous ces éléments sont relativement gros et offrent souvent à leur intérieur de petits grains d'amidon. A côté de ces amyloplastides, on trouve de nombreux éléments nettement plus petits qui sont à l'état de courts chondriocontes, de bâtonnets, d'haltères, de grains réunis en chondriomites et surtout de grains isolés : ce sont des mitochondries non différenciées.

En colorant par l'hématoxyline ferrique une coupe longitudinale de racine de Courge, fixée par le liquide de Bouin ou celui de Lenhossèk, on ne constate plus de trace appréciable du chondriome. Le cytoplasme se présente sous une forme granulo-alvéolaire artificielle et n'offre plus que des granulations confuses, sans forme déterminable et à peine colorées, qui représentent sans doute les résidus des éléments du chondriome. Mais les amyloplastides, même à leur état de complet développement, ne se montrent pas plus résistants que les mitochondries des cellules du méristème et que les éléments mitochondriaux qui ne concourent pas à la formation de l'amidon. Tous ces éléments paraissent donc de même nature chimique.

Ajoutons qu'en examinant la coupe longitudinale d'une jeune racine vivante dans une solution isotonique de saccharose, il est possible d'observer parfois assez distinctement les divers éléments du chondriome qui se présentent tous sous forme d'éléments peu réfringents.

Il semble donc résulter de l'observation minutieuse de l'évolution du chondriome de la racine de Courge, qu'il existe dans le chondriome des cellules les plus jeunes du méristème, des éléments qui sont prédestinés à élaborer de l'amidon et qui peuvent être considérés comme des amyloplastides : dans certaines racines, ces derniers éléments se présentent presque toujours au début sous forme de chondriocontes et se distinguent des mitochondries ne participant pas à l'élaboration de l'amidon, qui sont toujours à l'état de grains ou en courts bâtonnets. Dans les cellules du cylindre central, le chondriome conserve son aspect primitif. Dans les cellules du parenchyme cortical, au contraire, les chondriocontes se différencient, tout en conservant des formes mitochondriales, puis manifestent une tendance à se dissocier en gros grains, tandis que les autres mitochondries conservent leur forme primitive. On a alors l'impression qu'il y a dans la cellule deux chondriomes superposés, dont l'un constitué par de relativement gros éléments, l'autre par de petits éléments. Mais ces deux types de mitochondries diffèrent simplement par leurs dimensions et leur rôle physiologique, mais non par leurs formes, parce que toutes deux ont, selon les cas, des formes qui varient du grain au filament.

II. — Racine de Ricin (Pl. 58 et 59).

L'évolution du chondriome dans la racine de Ricin est beaucoup moins variable. Dans une jeune racine, on observe dans les cellules les plus jeunes du méristème un chondriome constitué par des chondriocontes en général peu allongés, de courts bâtonnets et des

Fig. 2. — Cellules du méristème d'une racine de Ricin. Les amyloplastides, le plus souvent sous forme de chondriocontes, parfois sous forme de grains ou bâtonnets, élaborent des grains d'amidon (Méthode de Regaud, grossis.: 2000).

mitochondries granuleuses. L'évolution de ces éléments varie selon que la racine se trouve dans une phase d'élaboration d'amidon ou de repos. Dans le premier cas, on constate que les chondriocontes et aussi quelques mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets forment de petits grains d'amidon (Pl. 58, fig. 1 et 2). Cette élaboration commence dans les cellules les plus jeunes du

méristème et n'est pas interrompue pendant les mitoses que subissent ces cellules. Les chondriocontes forment, à l'une de leurs extrémités ou aux deux, ou au milieu, ou même sur plusieurs points de leur trajet, un petit renflement vésiculeux déterminé par la formation d'un grain d'amidon : d'autres grains d'amidon naissent à côté aux dépens de l'écorce mitochondriale qui entoure le premier et chaque renflement devient le point de départ d'un grain d'amidon composé (fig. 2). Les mitochondries granuleuses et les courts bâtonnets se transforment intégralement en vésicules. En général pendant que l'amidon grossit, les vésicules formées par un même chondrioconte se séparent par rupture des parties effilées qui les réunissent, mais longtemps elles conservent une sorte d'appendice effilé. Pendant ce temps, les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets, qui n'ont pas pris part à ce phénomène, conservent leur forme et leurs dimensions primitives ; quelquefois cependant, elles peuvent s'allonger en chondriocontes courts, surtout dans les cellules du cylindre central. Dans les stades correspondant à la fin de la croissance de l'amidon, les grains d'amidon composés très gros se distinguent à peine, parce qu'à ce moment leur écorce mitochondriale perd beaucoup de sa chromaticité et l'on ne distingue guère que d'assez nombreuses mitochondries granuleuses ou en forme de courts bâtonnets.

Si l'on examine au contraire une racine qui n'élabore pas d'amidon ou qui n'en élabore que très peu, on constate que le chondriome des cellules du méristème subit une évolution différente selon la région que l'on considère.

Dans les cellules du périblème, de très bonne heure, on constate que les chondriocontes s'allongent et qu'un certain nombre d'entre eux s'épaississent : ils se différencient en amyloplastides ; ceux-ci, généralement accolés au noyau ou disposés dans les minces travées séparant de grosses vacuoles qui occupent tout le reste de la cellule, forment une série de rayons allant de la périphérie de la cellule au noyau ; rarement ils sont dans la zone pariétale de la cellule. Ces chondriocontes sont plus ou moins allongés, nettement plus épais que les autres, parfois ramifiés et souvent moniliformes (Pl. 58, fig. 3 et 4 et Pl. 59, fig. 1 . On observe à côté d'eux, mais rarement, des mitochondries granuleuses qui prennent un volume supérieur aux autres. Tous les autres éléments du chondriome,

composés surtout par des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets et quelques chondriocontes qui peuvent occuper les mêmes régions, mais sont surtout localisés dans la zone pariétale, conservent leurs dimensions primitives.

Fig. 3. — Noyau d'une cellule différenciée du périblème d'une racine de Ricin ; Les amyloplastides, sous forme de chondriocontes très allongés, élaborent des grains d'amidon (Méthode de Regaud, Gr. 3000).

Lorsque les cellules du parenchyme ont achevé leur différenciation, elles présentent un chondriome qui offre tout à fait l'allure de celui que nous avons observé dans les mêmes cellules de la racine de Courge. Les chondriocontes non différenciés en amyloplastides ont une tendance à se dissocier en grains et les amyloplastides subissent la même évolution.

On a l'impression alors qu'il existe dans la cellule deux chondriomes, l'un formé par de gros éléments, l'autre par de plus petits et plus nombreux éléments. Les gros éléments, qui correspondant aux amyloplastides, se présentent sous forme de chondriocontes allongés, onduleux, très épais, montrant une tendance à se tronçonner en courts bâtonnets ou à se décomposer en grains, de courts bâtonnets

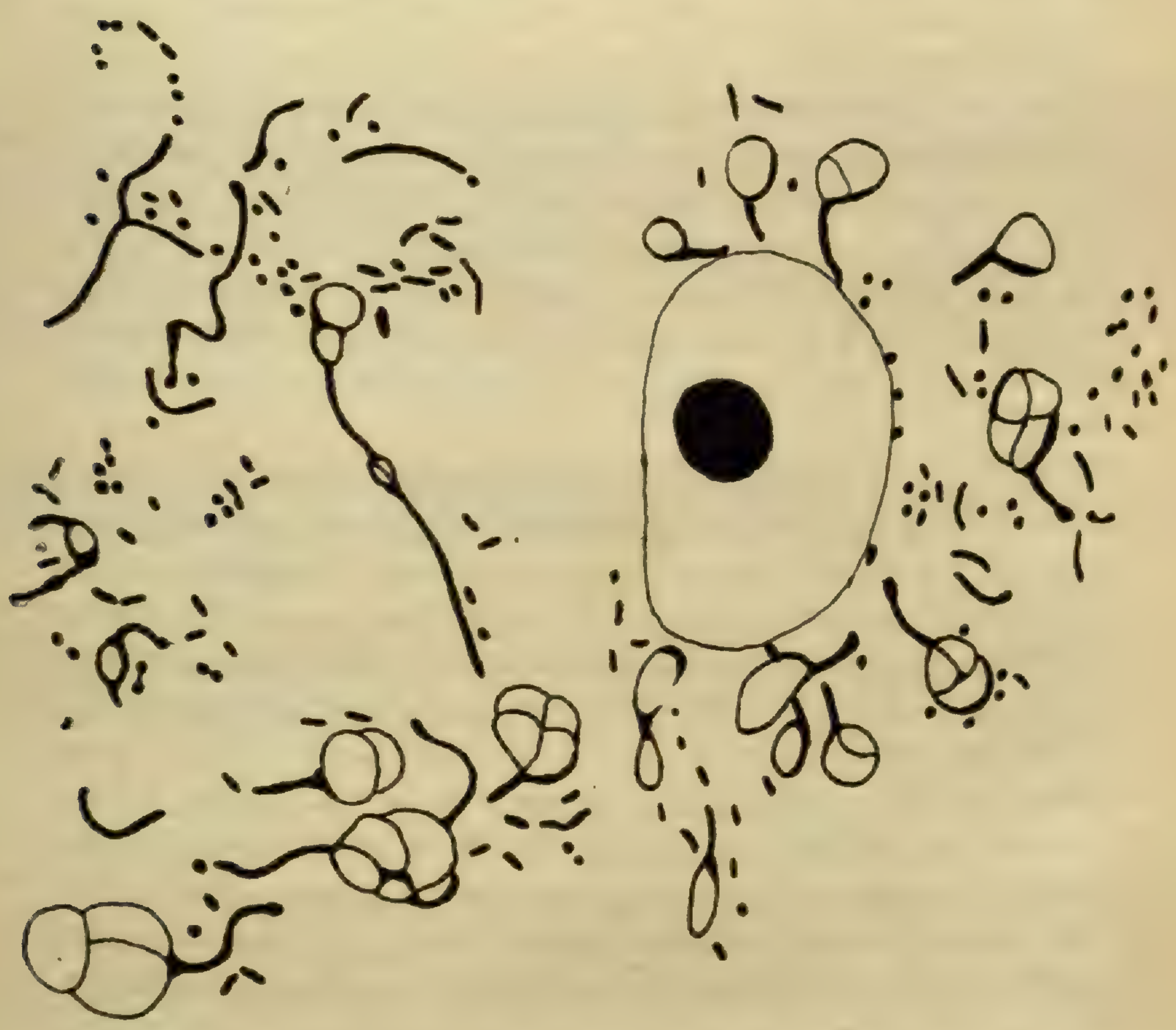


Fig. 4 et 5. — Chondriome de cellules différenciées du périblème d'une racine de Ricin ; les amyloplastides montrent tous les stades de l'élaboration de l'amidon (Méthode de Regaud, gros. 3000).

d'haltères, de grains assemblés en chaînes ou isolés (Pl. 59, fig. 2 à 5). Les mitochondries non différenciées, beaucoup plus petites, présentent également des formes de chondriocontes, de courts bâtonnets, d'haltères, de grains isolés ou assemblés, mais en général chez elles la forme granuleuse est beaucoup plus abondante que pour les amyloplastides. Les amyloplastides, à ce moment, présentent

une chromaticité moindre que les autres éléments du chondriome. Selon les états du développement, ces deux catégories d'éléments sont plus ou moins distinctes et présentent des formes un peu variables. Il y a des phases où les amyloplastes présentent tous des formes de chondriocontes très allongés et assez minces et se distinguent aussi peu que possible des mitochondries ordinaires et où tous les autres éléments du chondriome sont à l'état de grains ou de courts bâtonnets (fig. 3, 4 et 5).

Les amyloplastides sont donc susceptibles de subir d'incessantes variations de formes et de dimensions et il semble que ces variations sont en rapport avec les phases d'activité élaboratrice et de repos. Lorsqu'une racine est sur le point d'élaborer de l'amidon, ses amyloplastes épaississent beaucoup et présentent une tendance à la dissociation qui se poursuit pendant l'élaboration. Après la résorption, les amyloplastes s'allongent et reprennent des formes de chondriocontes typiques.

Dans les cellules du plérome, au contraire, on constate que le chondriome se modifie peu : un certain nombre de chondriocontes et parfois même quelques grains se distinguent des autres par un volume légèrement supérieur et représentent des amyloplastes (Pl. 58, fig. 5) ; quant aux autres éléments du chondriome, ils restent à l'état de grains, de courts bâtonnets et de chondriocontes ténus. Les chondriocontes, un peu plus épais que les autres et qui représentent des amyloplastides, s'allongent beaucoup. Les chondriocontes ordinaires s'allongent également. On ne constate pas comme dans le parenchyme cortical une tendance à la dissociation.

Il y a donc ici comme dans la racine de Courge un chondriome constitué par deux catégories d'éléments histo-chimiquement et morphologiquement semblables, mais qui paraissent distincts par leurs fonctions. Les uns élaborent de l'amidon et sont des amyloplastides ; ils se distinguent des autres dans les cellules du parenchyme par une dimension sensiblement plus élevée. Il semble qu'ils subissent les uns et les autres des variations de chromaticité au cours du développement. Il y a à ce point de vue une sorte de balancement entre les uns et les autres. Dans les stades du début, les mitochondries ordinaires et les chondriocontes ont à peu près la même chromaticité. Pendant la différenciation des amyloplastides, les mitochondries ordinaires perdent de leur chromaticité, tandis que

les amyloplastides conservent toute leur chromaticité, puis dans les cellules différenciées, les mitochondries ordinaires récupèrent une forte chromaticité, tandis que les amyloplastes deviennent moins chromatiques.

L'observation de coupes fixées par les liquides de Bouin ou de Lenhossèk et colorées par l'hématoxyline ferrique montre, ici encore, que tous les éléments du chondriome sont détruits par le fixateur. Les cellules du méristème ne montrent aucune trace déterminée du chondriome ; par contre les amyloplastides les plus différenciés des cellules du parenchyme cortical peuvent dans certains cas se distinguer, mais ils se présentent sous forme de bâtonnets ou de grains très confus, sans forme bien déterminée et peu chomophile. Il est probable que tous les éléments du chondriome se comportent de même, mais que seuls les plus gros amyloplastides restent plus ou moins visibles par suite de leurs fortes dimensions.

III. — Racine de Haricot (Pl. 60 et 61).

Dans le méristème d'une jeune racine, on constate la présence d'un chondriome constitué à la fois par des chondriocontes et des mitochondries en forme de grains ou de courts bâtonnets. Lorsqu'on examine ce chondriome à un grossissement de 1000 ou 1500, on ne peut constater aucune différence de dimensions ou de coloration entre ces divers éléments et le chondriome présente tout à fait l'allure du chondriome que l'on rencontre dans la cellule animale (Pl. 60, fig. 3 et 4). A un grossissement de 3000, il est cependant possible d'observer, dans quelques cellules très favorables, de légères différences parmi les divers éléments mitochondriaux et de reconnaître parfois ceux qui deviendront des plastides de ceux qui resteront indifférenciés (Pl. 60, fig. 1 et 2). Mais il faut pour cela un œil très exercé et une observation prolongée. Les éléments destinés à devenir des amyloplastides sont très légèrement plus gros et se distinguent surtout par le fait qu'ils ont une couleur noir foncé, alors que les autres mitochondries ont une couleur moins intense, bleutée. Pour autant qu'on peut les distinguer des autres éléments, les amyloplastides offrent des formes de chondriocontes allongés, de courts bâtonnets et de mitochondries granuleuses. Les autres mitochondries présentent les mêmes formes, mais un peu plus grêles

et de plus, chez elles, c'est la forme granuleuse ou en courts bâtonnets qui semblent la plus fréquente, tandis que cela paraît être l'inverse pour les amyloplastides.

Ce chondriome subit comme ailleurs une évolution différente selon la région que l'on considère. Dans le plérome et dans les tissus différenciés du cylindre central, le chondriome ne se modifie pas. Les amyloplastes cependant montrent une tendance à s'amincir et à s'allonger : ils prennent l'aspect de longs et minces filaments qui produisent sur leur trajet de petits grains d'amidon sous forme de petites vésicules (Pl. 61, fig. 3).

Dans le parenchyme cortical interne, les amyloplastides prennent tous, au contraire, l'aspect de petits corps arrondis ou en courts bâtonnets nettement plus gros que les mitochondries indifférenciées et de même forme qui les accompagnent (Pl. 60, fig. 8). Au contraire, et dans le parenchyme cortical externe, les mitochondries indifférenciées apparaissent toutes à l'état de courts bâtonnets ou de grains, tandis qu'au contraire la plupart des amyloplastides se présentent sous forme de filaments d'abord un peu plus épais que les autres éléments du chondriome et qui ensuite deviennent très minces, très allongés, souvent ramifiés et présentant parfois de petits renflements qui sont le point de départ de la formation d'un grain d'amidon (Pl. 60, fig. 5 à 7 et Pl. 61, fig. 1, 2, 4, et 5).

IV. — Racine de Pois (Pl. 62 et 63).

La racine de Pois présente un intérêt particulier parce qu'elle a été l'objet d'observations de plusieurs auteurs et que les résultats tirés de son étude ont été le point de départ d'interprétations très différentes.

C'est l'embryon de Pois (les auteurs ne précisent pas quel organe), qui a servi à Duesberg et Hoven à démontrer une des premières fois l'existence dans la cellule végétale d'un chondriome semblable à celui de la cellule animale. Les auteurs figurent dans les cellules les moins différenciées un chondriome constitué surtout par des chondriocontes très allongés, souvent moniliformes qui nous paraissent représenter en partie des jeunes amyloplastides au début de l'élaboration de l'amidon ; dans les cellules plus différenciées, les mêmes auteurs constatent au contraire un chondriome

exclusivement composé par des mitochondries en grains ou en courts bâtonnets. Ils concluent donc que les chondriocontes se sont réduits en grains. Cette conclusion ne nous paraît pas tout à fait exacte et nous pensons que les chondriocontes décrits dans les cellules les plus jeunes sont en grande partie de jeunes amyloplastides, tandis que les mitochondries que Duesberg et Hoven figurent dans les cellules plus différenciées, représentent exclusivement la partie du chondriome qui ne s'est pas différenciée en plastides. Ces éléments, dont la chromaticité diminue au cours de leur différenciation, ont dû être décolorés par une différenciation trop prolongée.

Cowdry observe dans le méristème de la même racine des chondriocontes et des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets qu'il dessine à un grossissement de 3000. Il constate que ce chondriome présente exactement les mêmes éléments que celui de la cellule pancréatique de la Souris qu'il étudie comparativement et que ces éléments offrent dans les deux cas les mêmes caractères microchimiques. Il en conclut donc que les mitochondries de la cellule végétale sont identiques à celles de la cellule animale, ce que nous avons toujours soutenu également pour notre part. Dans les cellules plus différenciées, l'auteur constate qu'une partie des chondriocontes, disposés surtout autour du noyau, se différencient en amyloplastides qui conservent la forme de filaments, mais plus gros que les mitochondries ordinaires.

Mottier, au contraire, observe dans les cellules les plus jeunes du méristème deux catégories d'éléments qu'il considère comme distincts : des chondriocontes allongés et épais, qui sont des amyloplastides, et des mitochondries en grains ou en courts bâtonnets, sensiblement plus grêles auxquelles il réserve exclusivement le terme de mitochondries.

Au cours de la différenciation cellulaire, les chondriocontes forment à l'une de leurs extrémités un grain d'amidon qui apparaît comme une vésicule. Les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets, au contraire, conservent leurs formes originelles. Mottier admet donc que les amyloplastides sont de nature et d'origine différentes des mitochondries et qu'on a eu tort de les confondre. Selon lui, seules les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets de la racine de Pois sont assimilables aux mitochondries de la cellule animale, conclusion assez étrange, puisque des zoologistes

tels que Duesberg et Hoven, puis Cowdry qui ont étudié avant Mottier les mêmes cellules n'ont pas hésité à assimiler les chondriocontes aux mitochondries de la cellule animale.

Alvarado, au contraire, n'hésite pas à admettre l'origine mitochondriale des plastides. Il décrit dans les cellules les plus jeunes un chondriome exclusivement constitué par des grains ou de courts bâtonnets ; un peu plus tard, il constate l'apparition de chondriocontes qui, selon lui, résultent de la fusion des grains en série linéaire : enfin dans une autre phase, l'auteur observe de petits amyloplastides sous forme de petits grains arrondis, un peu plus gros que les mitochondries granuleuses, et qu'il considère comme formés à l'extrémité des chondriocontes.

Si l'on examine le méristème terminal d'une jeune racine, on constate, dans les cellules les plus jeunes, un chondriome constitué par un grand nombre de mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets et par également d'assez nombreux chondriocontes plus ou moins allongés. Même à un grossissement de 3000, on ne constate aucune différence de dimensions entre ces divers éléments (Pl. 62, fig. 1 à 4 et Pl. 63, fig. 1).

Dans le plérome, ce chondriome subit une évolution intéressante ; un certain nombre des éléments de ce chondriome, surtout des chondriocontes, mais aussi quelques courts bâtonnets et quelques grains, se différencient des autres mitochondries par des dimensions très légèrement supérieures et surtout par une chromaticité plus accentuée. Ces éléments donnent souvent de petits grains d'amidon qui apparaissent sous forme de vésicules sur un point de leur trajet. Les autres éléments du chondriome, quelques chondriocontes, mais surtout des grains ou de courts bâtonnets, se colorent moins fortement, sont légèrement plus grêles et ne participent à la formation de l'amidon (Pl. 63, fig. 2).

Dans une préparation bien réussie, on voit, dans les cellules différenciées du cylindre central, un chondriome constitué par deux catégories d'éléments très distincts par leur chromaticité : des amyloplastides, en forme de grains, de courts bâtonnets et surtout de chondriocontes (Pl. 63, fig. 4 et 5). Les grains et les courts bâtonnets se distinguent des autres mitochondries granuleuses par des dimensions un peu plus élevées, les chondriocontes sont parfois un peu plus épais que les autres éléments du chondriome, mais souvent ils

s'allongent beaucoup et deviennent très minces, parfois ils se ramifient. Ces éléments se distinguent nettement des mitochondries ordinaires par leur teint e noir foncé. Les mitochondries indifférenciées présentent les mêmes formes, mais les chondriocontes sont rares et parfois un peu plus minces et moins allongés ; au contraire les grains et courts bâtonnets prédominent de beaucoup. Tous ces éléments se distinguent facilement des premiers par leur teinte gris bleuâtre.

Au contraire dans le périblème, le chondriome subit d'importantes modifications. De très bonne heure, un certain nombre des chondriocontes se différencient des autres en s'épaississant et en conservant leur chromaticité que les autres perdent un peu. Ces éléments ensuite ont une tendance à se segmenter. Les autres éléments du chondriome, composés d'assez nombreux chondrioçontes et de plus nombreuses encore mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets, conservent leurs dimensions ordinaires, mais les chondriocontes se résolvent en grains (Pl. 63, fig. 3). Dans une cellule différenciée du parenchyme cortical, on distingue des amyloplastes plus colorés, qui apparaissent sous forme de chondriocontes épais ayant une tendance à se sectionner en courts bâtonnets ou à se dissocier en grains, de courts bâtonnets, d'haltères et de grains. Ces éléments ensuite élaborent de gros grains d'amidon dont l'écorce mitochondriale perd peu à peu sa chromaticité. A côté de ces éléments, on observe un très grand nombre de mitochondries indifférenciées sous forme de grains et de courts bâtonnets plus petits dont la chromaticité augmente pendant l'élaboration de l'amidon.

On voit donc qu'il existe encore ici deux catégories distinctes de mitochondries, mais ces mitochondries ne se distinguent pas dans les cellules les plus jeunes du méristème et sont également fort difficiles à distinguer dans le cylindre central. Les figures et les descriptions de Mottier ont donc été très schématisées et celles de Duesberg et Hoven, Cowdry et Alvarado sont beaucoup plus exactes.

V. — Racine de Maïs (Pl. 64).

La racine de Maïs n'a pas permis à Mottier d'établir nettement une distinction entre les mitochondries et les amyloplastides.

Dans les cellules de la pointe du méristème, le chondriome se

présente sous forme de mitochondries granuleuses, de courts bâtonnets et de quelques chondriocontes peu allongés (Pl. 64, fig. 1). Il est absolument impossible de distinguer dans ce chondriome les éléments qui deviendront des amyloplastides, de ceux qui ne se différencient pas. Cependant dans le plérome, on peut se rendre compte que les chondriocontes seuls semblent donner naissance aux amyloplastides. Ces éléments s'allongent sans s'épaissir, parfois se ramifient, puis forment sur leur trajet de petits renflements qui sont le point de la formation de petits grains d'amidon ; ces petits renflements peuvent se séparer des chondriocontes. Les autres éléments du chondriome conservent leurs formes originelles de grains et de courts bâtonnets (Pl. 64, fig. 4, 5 et 7).

Dans le périblème, ce sont encore les chondriocontes qui donnent naissance aux amyloplastides : ceux-ci, s'épaississent, forment sur leur trajet de petits renflements qui s'isolent par rupture des parties effilées et prennent l'aspect de petits amyloplastes ronds un peu plus gros que les mitochondries granuleuses qui n'ont pas pris part à la formation des amyloplastides (Pl. 64, fig. 2 et 3). Dans les cellules différenciées du parenchyme cortical, on observe donc de petits amyloplastides arrondis, plus gros que les mitochondries granuleuses, souvent disposés autour du noyau, et d'assez nombreuses mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets (Pl. 64, fig. 6).

VI. — Bourgeon d'*Elodea canadensis* (Pl. 65).

La formation des chloroplastides dans le bourgeon d'*Elodea canadensis* a déjà fait l'objet d'une très bonne observation de Lewitsky. Cet auteur démontre que les chloroplastides dérivent de chondriocontes.

Le bourgeon d'*Elodea canadensis* permet d'observer avec une très grande précision tous les stades de la formation des chloroplastides. Dans les plus jeunes ébauches foliaires, les cellules présentent un chondriome constitué par des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets, et par des chondriocontes peu allongés (Pl. 65, fig. 4). De très bonne heure, quelques-uns des chondriocontes se distinguent des autres par leur minceur ; les autres se différencient très légèrement par leur épaisseur ; quelques mitochondries granuleuses également se différencient des autres par des

dimensions légèrement plus élevées, mais la plupart restent à l'état de grains ou de courts bâtonnets (Pl. 65, fig. 5). Les chondriocontes un peu plus épais prennent la forme de fuseaux ou d'haltères, puis les parties renflées se séparent peu à peu, et apparaissent sous forme d'assez gros corpuscules arrondis, munis d'un appendice effilé, ou de courts bâtonnets, qui sont des chloroplastides. (Pl. 65. fig. 6 et 7). Ceux-ci donnent bientôt naissance à d'assez gros grains d'amidon. Dans la tige on observe la même évolution (Pl. 65, fig. 1 à 3).

Dans les cellules parenchymateuses des feuilles ou de la tige, on observe donc deux catégories d'éléments se colorant de la même manière (Pl. 65, fig. 8).

1° Des chloroplastes très gros, généralement arrondis ou de forme ovale, donnant naissance à de l'amidon ;

2° Des mitochondries assez nombreuses sous forme de mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets qui ont une tendance à former des chondriocontes peu allongés.

VII. — Gemmule d'Orge.

Dans la gemmule d'Orge que nous avons beaucoup étudiée dans nos précédentes recherches, il semble également qu'il y ait deux sortes de mitochondries : les unes surtout sous forme de chondriocontes donnent naissance aux chloroplastes, les autres, assez nombreuses, constituées par des grains, de courts bâtonnets et des chondriocontes très grêles, restent à cet état.

(A suivre)

OBTENTION
D'UNE ESPÈCE NOUVELLE D'ASPHODÈLE
PAR L'ACTION DU CLIMAT MARIN

par M. Lucien DANIEL

(suite et fin)

Il résulte des faits que je viens de rapporter que toute variation de turgescence des organes, quelle qu'en soit la cause, retentit sur l'épanouissement des fleurs et ses modes 1). Il est facile de le démontrer expérimentalement en coupant, soit une fleur, soit une inflorescence et en les mettant ensuite dans l'eau.

La fleur sectionnée, abandonnée à l'air libre, se fane assez rapidement et ses mouvements s'arrêtent bientôt. En mettant son pédoncule dans l'eau, la fleur redevient turgescente et ses mouvements d'ouverture s'achèvent, quoique plus lentement que si elle était restée sur la plante mère. Les filets des étamines et le style se courbent moins cependant, bien que l'épanouissement s'effectue normalement, et la liquéfaction a lieu plus vite.

L'inflorescence, détachée et mise dans l'eau, donne des résultats aussi démonstratifs et plus complets. Ayant placé dans l'eau, que j'avais soin de renouveler, une inflorescence d'*Asphodelus luteoides*

(1) Goëthe, disent les philosophes, avait une imagination assez puissante pour voir dans toutes ses phases la transformation d'un bouton en fleur, puis en fruit, mais pour cela il lui fallait fermer les yeux. Il eût été, semble-il, fort embarrassé pour se figurer, en fermant les yeux, ces phénomènes chez l'*Asphodelus luteoides* et même chez l'*Asphodelus luteus*. La variété de ceux-ci est telle qu'il faut au contraire *ouvrir* consciencieusement les yeux pour les suivre sans rien laisser passer d'essentiel. Le botaniste ne doit pas lâcher la bride à son imagination, mais fixer ses observations sur le papier comme un appareil enregistreur ou un appareil photographique.

en pleine végétation, le 16 juillet 1918, je constatai que, le 17, l'ouverture des fleurs subit un retard d'une vingtaine de minutes sur celle du pied mère. La gélification des pièces florales se fit plus tôt, vers 7 heures le soir. Ainsi le séjour de la tige dans l'eau produisit un effet assez comparable à celui des pluies persistantes.

Le 18, le retard s'accentua légèrement et l'ouverture se fit 35 minutes après le pied mère. Le 19 et le 20, le retard fut de plus d'une heure. Le 21, aucune fleur ne s'ouvrit ; il en fut de même les 22, 23, 24, 25, 26 et 27 juillet, mais la gélification ne s'en fit pas moins de bonne heure. Le 28 et le 29, le soleil étant ardent, une fleur s'épanouit chaque jour, mais fort tard. Le 30, aucune fleur n'épanouit. Le 31 juillet, le 1er et le 2 août, une fleur s'épanouit entre 8 h. et 9 h. du soir. Ainsi s'acheva la floraison qui se termina un mois et demi plus tôt que chez le pied mère.

Ces résultats montrent nettement que du fait de la consommation des réserves contenues dans les tissus et qui jouent un rôle fondamental dans la turgescence, du fait aussi de leur non remplacement par la plante privée de ses organes normaux d'absorption et de substances salines, la turgescence des tissus va en s'abaissant progressivement de jour en jour chez les organes floraux mis dans l'eau.

Cet abaissement est non seulement démontré par le retard dans l'ouverture des pièces du périanthe, mais encore par la difficulté qu'éprouvent les anthères à s'ouvrir, car la déhiscence ne se fait plus à la fin de la floraison dans l'eau, bien que le périanthe continue à s'ouvrir.

Poussant plus loin ces recherches, j'ai systématiquement blessé avec une aiguille fine des sépales et des pétales sur des fleurs en voie de croissance et j'ai obtenu des résultats en tous points semblables à ceux que produisent les piqûres d'insectes.

J'ai aussi piqué en travers, par son milieu, le pédoncule de certaines fleurs ; chez d'autres, je l'ai déchiré dans le sens de la longueur sur la moitié supérieure. J'ai constaté que, chez les fleurs, sur le point de s'ouvrir, la piqûre du pédoncule produisait un effet analogue à celle des punaises. Quant aux plaies longitudinales du pédoncule, elles ont eu des résultats différents. Tandis que les piqûres transversales ne changent pas la direction du pédoncule, sa déchirure à la face supérieure a rapidement pour effet d'abaisser la

fleur et le pédoncule se courbe parallèlement à la tige, à la suite d'un affaissement complet. Au bout de quelques heures la plaie se dessèche et la turgescence se rétablit assez pour que la fleur redevienne presque horizontale.

L'épanouissement est retardé plus ou moins par ces opérations, mais il n'est pas empêché, à moins de blessures trop prononcées.

Enfin j'ai remarqué chez l'*Asphodelus luteoides* des monstruosités florales, comme il s'en produit souvent chez les plantes déséquilibrées momentanément ou définitivement pour une raison quelconque.

La symétrie florale est plus fréquemment troublée chez cette plante que chez l'*Asphodelus luteus* ; chaque année j'ai observé, à diverses reprises, le groupement des pièces du périanthe en deux parties, rappelant jusqu'à un certain point la disposition de certaines fleurs d'Orchidées ; la symétrie rayonnée faisait ainsi place à la symétrie bilatérale.

Il se produit parfois des anomalies plus curieuses et plus importantes qui sont des métamorphoses régressives. J'ai trouvé quelques fleurs dont les étamines longues avaient un filet aplati, comme un pétale ; les anthères étaient ou normales ou atrophiées à des degrés divers ; elles étaient situées au sommet ou sur les côtés du filet élargi. Ce début de duplicature fait prévoir la possibilité, dans l'avenir, de la formation de fleurs doubles, analogues à celles de la variété cultivée, déjà connue.

Souvent le stigmate se divise en trois pièces égales ou inégales, courtes ou assez allongées. Cette année, presque toutes les fleurs avaient un stigmate de cette nature ; la division en trois se voyait à l'œil nu dans beaucoup de fleurs ; elle était très sensible à la loupe dans toutes les fleurs. Ainsi s'efface de plus en plus un nouveau caractère générique du genre *Asphodelus*.

Le 17 août 1920, j'ai observé, sur le pied à l'ombre, une fleur qui possédait 4 grandes étamines et 2 petites ; elle était tétradyname comme chez les Crucifères. Les deux petites étamines étaient l'étamine oppositisépale inférieure et l'étamine oppositipétale supérieure, c'est-à-dire celles qui étaient situées dans l'axe de symétrie de la fleur. Les deux étamines courtes supérieures s'étaient transformées en étamines longues et l'étamine longue supérieure en étamine courte.

Ce fait est intéressant, car il montre bien que les monstruosités ne sauraient être invoquées pour reconnaître la filiation des espèces et leur parenté relative, comme cela a été fait avec une incroyable légèreté par certains auteurs. Conclure que les Crucifères dérivent des Liliacées parce que, accidentellement, une fleur d'Asphodèle a présenté des étamines tétradynames serait aussi ridicule que de conclure qu'un veau à 5 pattes démontre que les Bovidés dérivent d'un ancêtre à 5 membres.

c) *Déhiscence des anthères.* — L'ouverture des anthères se fait, chez l'*Asphodelus luteoides*, à des heures très variables parce que la floraison s'effectue à une heure assez avancée dans la soirée et que, par conséquent, la chaleur et la lumière vont en diminuant jusqu'à la nuit. Comme les fleurs s'ouvrent successivement, à des intervalles parfois assez longs, la déhiscence s'effectue au bout d'un temps plus ou moins considérable suivant les fleurs.

Quand l'épanouissement commence vers 3 heures le soir, par un beau soleil et une température suffisante, les anthères s'ouvrent en général au bout d'une heure au plus. Mais la durée du temps qui s'écoule entre la sortie des anthères à l'air libre et leur déhiscence augmente au fur et à mesure que l'épanouissement a lieu à une heure plus avancée. Si, comme cela arrive certains jours de pluie, l'épanouissement du périanthe se fait vers 6 ou 7 heures le soir et même plus tard, les anthères peuvent rester fermées et la déliquescence commence avant que le pollen soit mis en liberté.

L'éclairement joue un rôle dans le phénomène et surtout la chaleur et la turgescence particulière de chaque fleur. J'ai bien des fois observé que si deux fleurs s'épanouissent au même moment, celle qui est en plein soleil ouvre ses anthères avant l'autre, à moins que les turgescences de chacune d'elles ne soient très différentes.

La rotation de la terre autour du soleil fait varier le moment de la déhiscence chez les pieds qui sont ombrés à l'ouest par des plantes plus élevées qu'eux. Ainsi, le 5 juillet 1919, une fleur avait sorti ses anthères à 3 heures et demie ; celles-ci s'ouvrirent seulement au bout de deux heures, étant alors placées à l'ombre ; une autre fleur, en plein soleil, s'ouvrit à 4 heures et demie et la déhiscence des anthères se fit en 45 minutes.

Par les journées chaudes, dans les fleurs en fuseau ouvertes sur

les côtés mais non au sommet, la déhiscence des anthères peut se faire à l'intérieur de la fleur bien que les étamines ne soient pas sorties à l'extérieur. Cependant, le plus souvent, la déhiscence est retardée dans ce mode particulier d'épanouissement.

Quand le soleil est ardent, l'anthère peut s'ouvrir en une demi-heure ; c'est un cas assez rare à Erquy. En général, l'anthère met une heure à effectuer cette ouverture. La déhiscence est retardée chez les fleurs coupées et les fleurs des inflorescences placées dans l'eau.

Elle commence presque toujours par l'anthère de l'étamine longue supérieure, très rarement par les étamines courtes. Considérée globalement, pour une journée, elle dure environ 2 heures, par conséquent elle est plus rapide qu'à Rennes où, par suite de la durée de floraison beaucoup plus longue dans la journée, il y a des déhiscences presque à toute heure.

A la fin de la floraison, la déhiscence n'a plus lieu, car la température finit par être trop faible.

d) *Durée et valeur de la floraison totale.* — La floraison totale de l'*Asphodelus luteoides* est différente comme valeur et durée de celle de l'*Asphodelus luteus*, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte en comparant les chiffres suivants et ceux qui ont été donnés précédemment pour les pieds de Rennes.

En 1918, la floraison débuta le 2 juillet à Erquy et elle finit le 12 septembre après avoir duré 72 jours. Voici le nombre journalier des fleurs épanouies, dans l'ordre chronologique :

2, 0, 6, 30, 26, 37, 66, 82; 22, 132, 53, 53, 128, 109, 151, 152, 192, 215, 57, **348,** 288, 157, 144, 137, 120, 106, 120, 73, 136 82, 77, 92, 152, 35, 61, 62, 68, 97, 24, 84, 30, 49, 49, 48, 35, 34; 45, 19, 26, 37, 44, 42, 40, 60, 35, 7, 20, 19, 13, 10, 7, 7, 16, 9, 11, 13, 10, 18, 10, 7, 8, 2.

La courbe de floraison, quoique assez irrégulière, présente un maximum de floraison très tranché, le 21e jour, correspondant au 22 juillet et à une journée chaude et ensoleillée

En 1919, la floraison commença le 19 juin et finit le 17 septembre, ayant duré 91 jours. Les nombres de fleurs épanouies journellement furent les suivants :

1, 1, 8, 7, 21, 0, 0, 0, 17, 28, 43, 33, 50, 0, 7, 0, 178, 61,

67, 109, 152, 174, *269*, 118, 172, 148, 197, 203, 78, 173, 148, 155, 183, 108, **282,** 50, 160, 186, 135, 147, 125, 139, 176, 138, 120, 85, 162, 141, 118, 110, 141, 132, 112, 174, 193, *214*, 77, 125, 108, 92, 91, 130, 93, 108, 96, 60, 76, 35, 47, 27, 19, 32, 19, 10, 17, 4, 4, 15, 12, 10, 4, 3, 8, 6, 5, 4, 6, 4, 3, 1, 3.

La courbe, plus irrégulière que la précédente, présente trois maxima, dont l'un, plus tranché, s'est produit le 35e jour de la floraison, c'est-à-dire le 23 juillet.

En 1920, la floraison a débuté le 17 juin et a fini le 7 octobre, après avoir duré 113 jours. Les nombres de fleurs épanouies chaque jour ont été les suivants :

1, 2, 3, 12, 18, 15, 39, 76, 66, 131, 83, 186, 191, 158, 297, 266, 17, 212, 189, 356, 121, 214, 383, 345, 250, 162, 252, 201, **574**, 320, 273, *431*, 296, *521*, 340, 312, 428, 423, 234, 422, 256, 210, 239, 416, 296, 161, *427*, 194, 229, 216, 222, 290, 211, 324, 303, *434*, 194, 227, 244, 281, 294, 185, 289, 176, 122, 193, 84, 112, 151, 130, 70, 168, 102, 76, 109, 108, 117, 85, 85, 87, 93, 96, 105, 95, 78, 87, 70, 39, 40, 29, 56, 55, 19, 13, 12, 33, 8, 10, 9, 23, 9, 13, 9, 12, 7, 9, 9, 13, 5, 7, 2, 8, 2.

La courbe est très irrégulière avec un maximum principal le 29e jour, à la date du 13 juillet ; d'autres, moins élevés, correspondent au 20 juillet pour le plus important, au 18 juillet, au 2 et au 11 août pour les autres.

Si l'on compare l'allure générale des courbes données par ces chiffres avec celle de l'*Asphodelus luteus* primitif, on voit que la durée de la floraison de l'*Asphodelus luteoides* dépasse de beaucoup celle du pied originel et que les maxima de floraison ne se trouvent pas à des moments identiques. Il n'y a rien de surprenant à cela, puisque les deux plantes ne fleurissent pas dans la même saison ; par conséquent elles rencontrent journellement des conditions de milieu différents.

Les chiffres précédents correspondent au pied d'Erquy non divisé pour 1918 et, pour 1919 et 1920, aux trois pieds résultant de sa division fin 1918 et plantés dans mon jardin en trois endroits différents comme éclairement. Il était intéressant de relever les floraisons particulières de ces trois pieds, de façon à constater l'influence de l'inégalité de la lumière et de la chaleur.

Le 1er pied, ombré seulement à l'est, recevait la lumière toute la journée sauf une partie du matin. Sa floraison a commencé, en 1919, le 19 juin et s'est terminée le 17 septembre ; elle a duré 91 jours. Les nombres journaliers de fleurs épanouies furent les suivants, par ordre chronologique :

1, 1, 5, 5, 14, 0, 0, 0, 5, 15' 20, 13, 16, 0, 3, 0, 65, 24, 16. 33, 43, 47, *80*, 33, 43, 42, 68, *84*, 17, 69, 58, 63, 74, 29, **103**, 24, 59, 74, 56, 64, 52, 59, 67, 53, 33, 34, 56, 50, 53, 39, 61. 55, 36, 66, 72, *80*, 29, 40, 35, 46, 52, 61, 49, 58, 50, 30, 41, 29. 31, 19, 13, 19, 14, 7, 14, 3, 4, 12, 8, 8, 4, 3, 8, 6, 5, 4, 6, 4. 3, 1, 3.

Le maximum de floraison eut lieu le 35e jour, c'est-à-dire le 23 juillet. Les autres maxima correspondent aux 11 et 16 juillet et au 12 août. Il y a beaucoup de rapport entre cette courbe et la courbe générale des trois pieds réunis.

Le 2e pied, moins vigoureux que le 1er, était éclairé de tous les côtés sauf à l'ouest, le soir. Il fleurit le 21 juin, avec deux jours de retard et finit le 7 septembre, soit 10 jours plus tôt. Sa floraison dura seulement 79 jours ; les nombres journaliers de fleurs épanouies furent les suivants :

3, 2, 4, 0, 0, 0, 2, 2, 13, 4, 7, 0, 0, 0, 24, 5, 4, 18, 14, 30, 24, 7, 27, 28, 31, 21, 12, 31, 19, 31, 32, 26, **51**, 6, 32, 25, 22. 29, 36, 19, *42*, 27, 39, 20, *44*, 29, 21, 27, 27, 29, 26, 38, 33, *46*, 17, 36, 26, 26, 20, 29, 24, 23, 25, 16, 20, 1, 12, 6, 6, 12, 3, 2, 1, 0, 2, 3, 2.

Le maximum de floraison a eu lieu le 33e jour de la floraison, le 23 juillet, comme pour le pied précédent. Les autres maxima, le 31 juillet et les 4 et 13 août ; pour ce dernier seulement, il y a correspondance avec le premier pied.

Le 3e pied, à la lumière atténuée, commence à fleurir le 23 juin seulement et finit le 5 septembre. La durée de sa floraison fut plus courte de 16 jours que chez le 1er pied, le mieux placé quant aux radiations solaires. Les chiffres suivants donnent, dans l'ordre chronologique, les nombres journaliers de ses fleurs épanouies :

3, 0, 0, 0, 10, 11, 10, 16, 27, 0, 4, 0, **89**, 32, 47, 58, 95, 97. **165**, 78, *102*, 78, 97, *101*, 49, 73, 71, 61, 77, 53, *128*, 20, 69, 87, 57, 54, 57, 61, 67, 58, 48, 31, 65, 62, 44, 44, 53, 48, 40, 70.

88, 88, 31, 49, 47, 20, 19, 40, 20, 27, 21, 14, 15, 5, 4, 2, 0, 1, 2, 1, 0, 0, 0, 1, 1.

Chez ce pied, le maximum de floraison a eu lieu le 11 juillet, 19e jour de la floraison ; un autre maximum assez élevé s'est produit le 23 juillet, 32e jour de la floraison ; d'autres, moins élevés, ont été constatés le 21e et le 24e jour de la floraison.

Ces maxima, pour les trois pieds, correspondent aux belles journées, bien chaudes et ensoleillées. On peut remarquer qu'une simple différence d'éclairement a suffi pour déplacer le maximum le plus élevé qui ne correspond plus chez le pied à l'ombre à celui de chaque pied mieux éclairé.

En 1920, j'ai fait les mêmes relevés comparatifs chez les trois pieds qui étaient naturellement plus développés après une année de plantation.

Le 1er pied a commencé sa floraison le 17 juin et a fini le 7 octobre : la durée de floraison totale a été de 113 jours. Voici, dans l'ordre chronologique, les nombres journaliers de fleurs épanouies :

1, 2, 3, 11, 17, 11, 28, 62, 54, 108, 61, 112, 119, 92, 165, 125, 3, 89, 85, 169, 58, 95, 172, 124, 90, 62, 109, 93, *212*, 143, 147, 161, 112, **257,** 151, 123, 187, *203*, 98, 171, 121, 73, 107, 157, 118, 49, 166, 65, 90, 80, 81, 122, 81, 141, 141, 175, 95, 102, 112, 125, 136, 86, 102, 67, 57, 91, 33, 48, 67, 57, 24, 61, 36, 40, 53, 63, 53, 42, 34, 51, 39, 48, 48, 36, 45, 48, 29, 11, 24, 15, 21, 26, 9, 7, 8, 15, 3, 5, 4, 4, 4, 5, 4, 6, 2, 3, 5, 7, 2, 6, 2, 1 et 1.

Cette année, le maximum de floraison a eu lieu le 20 juillet, 34e jour de la floraison ; il y a eu deux autres maxima assez élevés les 29e et 38e jours de floraison, correspondant aux 15 et 24 juillet. A partir du 15 septembre, les fleurs ne se sont plus épanouies.

Le 2e pied a fleuri pour la première fois le 20 juin et il a fini le 7 octobre. Sa floraison totale a duré 110 jours. Les nombres journaliers des fleurs épanouies ont été les suivants :

1, 1, 4, 11, 14, 12, 21, 17, 42, 31, 29, 41, 49, 0, 31, 31, 6, 31, 35, 61, 58, 48, 40, 45, 47, 96, 79, 52, 58, 76, *107*, 85, 75, 88, 82, 47, 90, 54, 30, 64, 76, 70, 31, *103*, 52, 55, 48, 70, 72, 61, 76, 72, **120,** 45, 64, 67, 87, 77, 51, 79, 69, 38, 65, 33, 37, 50, 45,32, 76, 57, 32, 45, 38, 54, 36, 34, 26, 42, 39, 45, 52, 25, 31, 40, 26, 13, 12, 31, 27, 8, 5, 4, 17, 5, 5, 5, 18, 5, 8, 5, 6, 5, 6, 4, 6, 3, 1, 0, 2, 1.

Chez ce pied, le maximum de floraison a eu lieu le 11 août, 53e jour de la floraison, par conséquent à une époque toute différente du 1er pied : deux autres maxima ont eu lieu le 20 juillet, 31e jour et le 2 août, 44e jour de floraison. A partir du 15 septembre, les fleurs ne se sont plus ouvertes, la chaleur étant insuffisante.

Le 3e pied, à l'ombre, a débuté le 26 juin, et a fini le 26 septembre. La floraison totale a été la plus courte et a duré seulement 90 jours. Les nombres journaliers de ses fleurs épanouies ont été les suivants, dans l'ordre chronologique :

2, 5, 32, 41, 37, 91, 92, 14, 92, 73, 122, 32, 84, 150, *163*, 112, 60, 98, 61, **266,** 108, 74, 112, 102, 157, 103, 114, 153, 138, 89, 161, 81, 107, 68, *183*, 108, 81, 158, 77, 84, 78, 71, 96, 69, 107, 90, 139, 54, 61, 65, 69, 85, 48, 108, 40, 31, 37, 18, 27, 34, 28, 14, 31, 9, 4, 11, 7, 10, 7, 17, 10, 12, 9, 12, 7, 8, 8, 1, 2, 3, 2, 4, 2, 2, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1.

Le maximum de floraison s'est produit le 15 juillet, 20e jour de la floraison, d'autres maxima ont eu lieu le 10 et le 30 juillet, 15e et 35e jour de floraison.

Il résulte de ces chiffres que c'est dans le courant de juillet qu'a lieu le plus souvent le maximum de floraison, mais que ce maximum n'a pas de fixité absolue tant pour la floraison globale de plusieurs pieds que pour la floraison particulière de chacun de ceux-ci suivant les années.

D'une façon générale les maxima correspondent aux belles journées, chaudes et ensoleillées : les minima aux périodes de pluie de longue durée coïncidant avec de basses températures.

Les pieds d'*Asphodelus luteoides* présentent encore cette particularité curieuse de perdre leurs feuilles radicales et celles de la tige à des époques différentes de l'*Asphodelus luteus*. Sur un même pied, on trouve des tiges qui s'effeuillent et meurent plus vite que les autres. Il en est de même pour le départ de nouvelles rosettes ; cette année, le pied à l'ombre a donné ses premières repousses le 1er septembre ; le pied ombré à l'est les a fournies le 13 septembre, et elles sont apparues seulement le 21 septembre, après les pluies. chez le pied ombré à l'ouest. La disposition des pieds et leur éclairement a donc, à Erquy, une influence marquée sur le rhythme de développement de l'*Asphodelus luteoides*. Il sera intéressant de voir par la suite ce

qu'il adviendra de ces modifications particulières et si elles seront elles-mêmes héréditaires, soit par multiplication végétative, soit par reproduction sexuelle, soit par les deux procédés à la fois.

e) *Fructification.* — Du fait que certaines fleurs ne s'ouvrent pas les jours de pluie et par les températures basses; que, dans les beaux jours, la température peut s'abaisser brusquement le soir par la brume, beaucoup de fleurs portent des anthères qui ne s'ouvrent pas. Elles ne sont pas fécondées et, par conséquent, elles ne sauraient donner des fruits.

Comme, par les beaux jours, la floraison est tardive, la pollinisation et la germination du pollen doivent s'effectuer rapidement pour que la fécondation ait lieu. Or, ces conditions ne sont pas fréquemment réalisées si l'on en juge par le très petit nombre de fruits qui se forment sur les pieds d'*Asphodelus luteoides* à Erquy (fig. 17).

Fig. 17. — Inflorescence d'*Asphodelus luteoides* avec ses fruits presque mûrs.

Pendant trois ans, j'ai eu de la peine à récolter en tout une cinquantaine de fruits sur l'ensemble des pieds, soit 15 à 20 par an. En 1920, la fécondation n'a pas été meilleure qu'en 1918 et en 1919, mais comme j'avais trois pieds de plus en plus vigoureux au lieu d'un, j'ai obtenu cette année au total 30 fruits, dont 2 seulement chez le pied situé

à la lumière atténuée, 8 sur le pied abrité du côté de l'ouest et 20 sur le pied, plus fort, ombré à l'est, et recevant le meilleur éclairement au moment de la fécondation.

On voit donc, et c'est bien conforme aux expériences de Sachs que j'ai répétées sur diverses plantes dans mon jardin, que la fructification est d'autant plus faible que la lumière est plus atténuée, chez un grand nombre, sinon chez la généralité des plantes à fleurs.

Les fruits de l'*Asphodelus luteoides* conservent la forme générale du type et se rident de la même façon, mais il sont beaucoup plus petits (fig. 17 et 4, pl. 43). Naturellement, étant moins nombreux sur des inflorescences plus longues et ramifiées, leur aspect sur la plante est très différent de celui du type primitif.

Les graines sont également plus petites ; quelques-unes avortent ou restent mal conformées. La maturité est tardive ; c'est ce qui explique l'avortement de certaines d'entre elles, car les fruits ne se forment en général que vers la fin de la floraison. A maturité, le fruit s'ouvre de la même manière qu'à Rennes, toutes proportions gardées (fig. 4, pl. 43).

La difficulté plus grande de la fructification à Erquy est évidemment une conséquence de l'humidité plus élevée et des à-coups du climat marin, ainsi que de l'époque toute différente de la floraison par rapport à l'espèce originelle.

III

Hérédité agame et hérédité sexuelle.

En présence des variations si étendues provoquées chez l'*Asphodelus luteus* par le climat marin après une quinzaine d'années de séjour au bord de la mer, je me suis demandé si les modifications constatées se conserveraient en ramenant des parties du pied ainsi transformé en leur point d'origine et si la graine avait été influencée parallèlement à l'appareil végétatif.

I. Hérédité agame

En 1918, je divisai l'*Asphodelus luteoides* en 5 parties, à peu près égales ; j'en plantai trois à Erquy dans les conditions que j'ai indiquées déjà et j'en rapportai deux à Rennes. L'une de celles-ci fut

placée directement à côté du pied primitif, resté en place, de l'*Asphodelus luteus* ; la seconde fut plantée en plein soleil et isolée dans le champ de culture du Jardin des Plantes.

Dès 1919, je pus constater que les pieds rapportés d'Erquy conservaient complètement les caractères acquis ; cela était tellement frappant que tout botaniste non prévenu, mis en présence des deux pieds voisins (pl. 42), concluait invariablement qu'il s'agissait de deux espèces distinctes. Le chef des cultures du jardin botanique qui avait autrefois, en 1902, divisé en deux l'*Asphodelus luteus*, et qui par conséquent connaissait l'histoire du pied nouveau, était le premier surpris de voir une variation aussi profonde et d'en constater la persistance complète.

En effet, les adaptations consécutives au climat alpin ou au climat maritime, avaient été considérées comme *transitoires*, c'est-à-dire comme disparaissant assez rapidement quand on cultivait à nouveau dans leur milieu originel les plantes modifiées.

Or, et c'est ici très remarquable, en 1920, l'hérédité agame s'est maintenue aussi complète qu'en 1919. Aucun signe ne permet jusqu'ici de croire à un affaiblissement quelconque de cette hérédité. L'allure de la végétation, la floraison, la fructification, tous les rhythmes du développement se sont conservés ; seule la fructification est devenue plus abondante tout en gardant par ailleurs ses caractères particuliers.

Il est facile de s'en rendre compte par les observations suivantes faites en 1919 et en 1920 et qui montrent les concordances des caractères des *Asphodelus luteoides* d'Erquy et de ceux rapportés à Rennes, avec des variantes légères causées par la climatologie, mais qui ne constituent en rien des retours au type primitif et qui sont plutôt une exagération de certains caractères nouveaux.

En 1919, le pied planté près de l'*Asphodelus luteus* au jardin botanique de Rennes fleurit le 14 juin et finit le 10 septembre, après 78 jours de floraison. Le maximum de floraison eut lieu le 28 juillet (53e jour de la floraison) et l'ouverture des fleurs se fit à la même heure sensiblement qu'à Erquy, avec des variantes analogues provenant des oscillations météorologiques qui n'étaient pas les mêmes qu'à Erquy dans un grand nombre de cas. Les chiffres suivants correspondent aux nombres de fleurs épanouies journellement pendant la durée de la floraison de ce pied :

3, 5, 7, 14, 30, 36, **38**, 38, 56, 48, 3, 2, 4, 2, 3, 6, 3, 2, 1, 6. 49, 5, 17, 25, 40, 38, 27, 43, 70, 58, 50, 51, 45, 33, 52, 27, 70. 75, **80,** 57, 61, 49, 32, 36, 27, 31, 22, 18, 23, 32, 41, 39, 35, 22. 18, 13, 19, 16, 22, 26, 31, 20, 18, 12, 15, 13, 8, 11, 6, 7, 5, 8. 3, 4, 2, 5, 1, 1.

En 1920, le même pied a débuté le 17 juin et a fini le 3 octobre après 91 jours de floraison. Le maximum de floraison a eu lieu le 37e jour, le 24 juillet. Les heures d'épanouissement se sont conservées comme en 1919, avec les variantes causées par les fluctuations météorologiques. Les nombres journaliers de fleurs épanouies ont été les suivants, dans l'ordre chronologique :

4, 3, 3, 12, 22, 2, 47, 47, 40, 57, 60, 69, 110, 106, 105, 15, 20. 18, 12, 20, 19, 15, 25, 106, 109, *121*, 89, 92, 98, 103, 105, 92. 77, 86, 99, 115, **150,** 92, 50, 42, 18, 25, 32, 19, 27, 19, 17, 15. 19, 38, 42, 45, 53, 40, 35, 31, 17, 61, 86, 75, 48, 33, 72, 44, 27. 18, 32, 38, 48, 18, 15, 51, 62, 29, 34, 55, 43, 40, 19, 13, 12, 15. 13, 8, 4, 7, 3, 8, 15, 12, 8, 4, 10, 3, 5, 2, 6, 7, 9, 3, 2, 1, 0, 2. 1, 0, 0, 1.

Le pied planté isolément dans le champ de cultures a donné des resultats analogues. En 1920, il a débuté également le 17 avril et a fini le 30 septembre avec une durée de floraison de 105 jours. Le maximum de floraison a eu lieu le 22 juillet, 35e jour de floraison, et les nombres journaliers de fleurs épanouies ont été les suivants :

1, 2, 6, 7, 11, 27, 17, 32, 46, 39, 56, 51, 60, 69, 10, 5, 8, 10. 12, 7, 10, 8, 5, 10, 14, 56, 50, 52, 49, 59, 58, 60, 70, 81, **89,** 55, 49, 36, 30, 27, 10, 27, 14, 16, 10, 13, 14, 12, 12, 6, 33, 30. 18, 45, 37, 25, 28, 41, 53, 61, 56, 19, 17, 35, 46, 39, 27, 18, 6. 14, 17, 16, 12, 29, 31, 24, 17, 13, 13, 8, 15, 22, 18, 13, 16, 12, 21, 27, 24, 25, 18, 16, 13, 12, 7, 9, 6, 5, 4, 2, 5, 3, 1, 0, 2, 1.

Si l'on tient compte de ce que les pieds rapportés d'Erquy à Rennes étaient plus faibles que ceux laissés à Erquy, on peut remarquer que, abstraction faite de la météorologie différente dans les deux stations, l'*Asphodelus luteoides* a conservé à Rennes les rhythmes de floraison qu'il avait acquis au bord de la mer.

La fructification, tout en conservant les caractères d'Erquy, était meilleure. J'ai compté, en 1920, 32 fruits sur le pied voisin de l'*Asphodelus luteus* au jardin botanique, et 230 fruits sur celui qui

était placé au champ de culture. Ce dernier chiffre est très supérieur, plus de 20 fois, au nombre de fruits obtenus à Erquy sur le pied le plus fructifère.

J'ai étudié anatomiquement les feuilles des pieds rapportés d'Erquy et constaté que les caractères anatomiques s'étaient également conservés jusqu'ici. L'hérédité agame des caractères acquis par l'action du climat marin semble donc devoir se maintenir par la suite autant qu'on en peut juger par deux années d'expériences.

2. Hérédité sexuelle

En même temps que je rapportais à Rennes des griffes d'*Asphodelus luteoides*, je recueillis des graines de cette plante et je les semai comparativement, au début de 1919, avec celles de l'*Asphodelus luteus* originel.

En faisant ces semis, j'appliquais une fois de plus les méthodes qui m'ont servi à montrer qu'il y a, dans certains cas, une influence du sujet sur la postérité du greffon et réciproquement et hérédité par graines des caractères acquis à la suite de greffes particulières, autrement dit que la réaction peut s'effectuer à la fois sur la plante mère et sur sa descendance.

Le résultat de l'expérience fut intéressant. Les graines de l'*Asphodelus* type germèrent les premières et donnèrent une jeune rosette semblable, proportions gardées, à celle du pied originel : elle se fana à l'époque habituelle, puis redonna de bonne heure de nouvelles feuilles, à l'imitation de la plante sur laquelle avaient été récoltées les graines.

Les trois jeunes pieds provenant de l'*Asphodelus luteoides* d'Erquy poussèrent plus lentement ; leurs feuilles rappelaient celles du pied mère ; elles se fanèrent tard, puis redonnèrent en septembre de nouvelles feuilles, en retard de plus de six semaines sur les semis d'*Asphodelus luteus*. L'examen anatomique des feuilles permettait d'y retrouver les caractères du pied d'Erquy.

En 1920, les jeunes *Asphodelus luteus* produisirent une grosse rosette avec des feuilles bien développées et glauques, mais aucune tige aérienne ne se forma. Cette deuxième année, les jeunes semis se comportèrent donc comme en 1919 (1).

(1) Cette année (1921), un de ces pieds va fleurir, avec un retard d'un mois environ sur le pied mère. Les deux autres sont restés encore à l'état de rosette.

Il en fut tout différemment pour les trois jeunes pieds issus de l'*Asphodelus luteoides*, qui, tous les trois, montèrent à fleurs en suivant exactement le rhythme de végétation et de la floraison de la plante mère, tout comme les pieds provenant de la multiplication agame du pied d'Erquy.

La floraison a, cette année, débuté le 17 juin ; elle s'est faite de façon assez variable comme nombre journalier de fleurs épanouies suivant les pieds, qui étaient de vigueur inégale, bien que chacun d'eux n'eût donné qu'une seule hampe florale.

Voici le relevé global de la floraison de ces trois pieds, du 17 juillet au 30 août, date de la terminaison de la floraison du pied le plus vigoureux :

1, 1, 1, 2, 4, 1, 6, 5, 7, 10, 12, 13, 11, 14, 12, 2, 3, 5, 2, 4, 3, 7, 5, 8, 12, 10, 9, 13, 15, 16, 15, 10, 15, 15, 14, 10, **18**, 8, 11, 10, 9, 12, 9, 10, 8, 7, 9, 11, 10, 2, 4, 5, 9, 11, 13, 9, 7, 8, 10, 11, 8, 1, 2, 2, 5, 4, 1, 3, 6, 8, 5, 7, 3, 1, 1.

Le maximum de floraison a eu lieu le 23 juillet, le 36e jour de floraison, qui correspondait sensiblement à la moyenne des types d'*Asphodelus luteoides* multipliés par griffes. L'époque du début et de la fin de la floraison a été variable suivant la force relative de chaque pied, mais elle correspond bien à celle du type d'Erquy.

Les modes d'épanouissement sont restés les mêmes et la fleur s'ouvre entre 3 heures et 3 heures 30 minutes du soir par le beau temps. Cette ouverture est influencée de la même manière par la météorologie.

Les inflorescences sont ramifiées, allongées, grêles et non massives ; elles rappellent en tous points celles de la plante d'Erquy. Les fruits qu'elles portent sont également identiques, ainsi que les graines. Il y a une différence toutefois. C'est que la fructification s'est, dès la première année de floraison, montrée plus abondante qu'à Erquy, ce que j'ai déjà signalé pour les pieds multipliés par division de la touffe et plantés à Rennes. Étant donné la faiblesse relative des pieds de semis, le nombre des fruits n'a cependant pas été aussi élevé que chez les pieds plantés. Au 30 août, le 1er pied de semis avait 12 fruits noués ; le 2e, 21 et le 3e, le plus fort, 24.

La pousse des rosettes de remplacement s'est effectuée vers la fin d'août. Elle était ainsi en avance sur les pieds d'Erquy de quelques

jours, si l'on considère le pied le plus précoce chez ceux-ci ; l'avance était beaucoup plus prononcée si l'on considère le pied le plus tardif, qui n'a donné sa rosette que le 20 septembre, vu la sécheresse intense qui a existé à Erquy fin août et dans la première quinzaine de septembre.

En présence de ces résultats qu'a corroborés l'étude anatomique, on peut dire que chez l'*Asphodelus luteoides*, l'hérédité sexuelle s'est montrée pour le moment aussi complète par graines que l'hérédité agame.

CONCLUSIONS

Les conclusions de ces faits sont simples mais importants. Chez l'*Asphodelus luteus* l'action du climat marin a déterminé à la longue et progressivement l'ébranlement de l'espèce, tel que le comprenaient nos anciens botanistes, en particulier Sageret, Lecoq, etc., et a provoqué la formation d'une race ou d'une espèce, l'*Asphodelus luteoides*, très distincte par ses caractères morphologiques et physiologiques. Voilà le fait indiscutable.

C'est, à ma connaissance du moins, le premier exemple de l'obtention d'une race ou espèce nouvelle sous l'influence du climat marin. Comme mes recherches sur la morphologie expérimentale des végétaux herbacés et ligneux (1), sur les variations produites par la greffe dans la morphologie et la physiologie des plantes greffées (2) et exceptionnellement chez leur descendance (3), il vient à l'appui des conceptions de Lamarck sur l'action des milieux, ainsi que je l'ai fait ressortir en 1907, à propos du centenaire de l'illustre savant (4).

1) Lucien DANIEL, La théorie des Capacités fonctionnelles, Rennes, 1902, et nombreux travaux antérieurs (*Bulletin de la Société scientifique et médicale de Rennes*), etc.

2) Lucien DANIEL, La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 1898) ; Les variations spécifiques par greffage (*C. R. du Congrès de l'hybridation de la Vigne*, Lyon, 1901); La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole, grand in-8°, 760 pages, avec nombreuses fig. noires et coloriées, Paris-Bordeaux, 1906-1919). Cet ouvrage a paru dans le journal l'*Enophile*, avec une préface de M. Gaston BONNIER, et a été honoré d'une souscription du Ministère de l'Instruction publique.

(3) Lucien DANIEL, Création de variétés nouvelles par la greffe (*C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1894 ; Influence du sujet sur la postérité du greffon (*Le Monde des Plantes*, 1895), etc.

4) *Revue bretonne de Botanique*, 1907, p. 52 : « *Toutes mes recherches* disais-je alors, *tendent à confirmer les vues de Lamarck* ».

Ce fait est d'autant plus démonstratif que la fécondation croisée n'a pu jouer aucun rôle dans sa production. Il n'y a pas d'autres pieds d'Asphodèle jaune que celui de mon jardin dans les environs ; y en eût-il qu'un croisement de races ou de variétés ne pouvait avoir lieu, puisque l'unique variété d'*Asphodelus luteus* qu'on connaisse est à fleurs doubles, par conséquent infertile par son pollen.

L'hérédité par graine et par multiplication agame des caractères acquis chez l'*Asphodelus luteoides* ne peut avoir d'autre origine que l'action du climat marin : la plante s'est adaptée à la longue et ses éléments, ses caractères spécifiques se sont groupés en réalisant un équilibre nouveau.

Cet équilibre est-il définitif ou bien la nouvelle plante subira-t-elle de plus en plus l'ébranlement qu'elle a reçu pour donner par la suite des races ou des espèces nouvelles ? C'est ce que je me propose de rechercher en multipliant, dans des conditions diverses de culture, des griffes de l'*Asphodelus luteoides* et en en semant chaque année les graines à Rennes et à Erquy (1).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 42.

A gauche. — *Asphodelus luteus.*
A droite. — *Asphodelus luteoides.*

Cette photographie a été prise au jardin des plantes de Rennes, à la fin de mai 1920. L'*Asphodelus luteus* est à ce moment en pleine fleur et sa floraison finira dans une quinzaine. Les inflorescences de l'*Asphodelus luteoides* ne sont pas encore apparues, mais elle ne tarderont pas à se développer.

Planche 43.

Asphodelus luteus. — 1. Ouverture de la 1re couronne de fleurs ; 2. Ouverture complète ; 3. Jeune pousse au début du développement ; 4. Fruits et graines comparés de l'*Asphodelus luteus* (en bas) et de l'*Asphodelus lutéoides* (en haut de la figure).

Planche 44.

A gauche. — Inflorescences d'*Asphodelus luteoides.*
A droite. — Tige d'*Asphodelus luteus* en fruits (Photographie du 30 juillet 1920).

(1) Une Note complémentaire sur le même sujet paraîtra dans un des prochains numéros de la *Revue Générale de Botanique.*

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGETALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

1re Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

C'est rendre hommage à la mémoire de René Zeiller que de continuer, dans la mesure du possible, la revue de Paléophytologie qu'il rédigea de 1897 à 1909. Mais pour que cet hommage fût digne du Maître que nous avons perdu, il faudrait avoir sa compétence universellement reconnue, son rare talent d'exposition, son esprit de judicieuse critique, guidée toujours par l'intérêt supérieur d'une science qu'il voulait servir en publiant les résultats acquis et les progrès réalisés par les paléobotanistes. Nous réclamerons donc l'indulgence du lecteur, d'autant que cette revue portera sur dix années et que nombreux furent les travaux importants parus en cette dernière décade (1).

La mort a cependant fait de grands vides dans les rangs des paléobotanistes et nous avons eu le regret de voir disparaître successivement P. Fliche (1836-1908), D. P. Penhallow (1854-1910), L. F. Ward (1841-1913), H. Potonié (1857-1913), D. T. Gwynne-Vaughan (1871-1914), de Solms-Laubach (1843-1915), R. Zeiller (1847-1915), O. Lignier (1855-1916), F. Peloudde (1884-1916), Cl. Reid (1853-1916), Ruth Holden (1890-1917), C. Grand'Eury (1839-1917), C. E. Bertrand (1851-1917), N. Arber (1870-1918), E. Bureau

(1) Nous remercions les paléobotanistes qui, pour la prochaine revue, nous feront parvenir leurs travaux, soit à notre adresse (13, rue de Toul, Lille), soit au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne (1, rue Victor Cousin, Paris).

(1830-1918). On trouvera en note les références à des notices qui ont retracé la vie scientifique de ces paléophytologistes (1). La France a été très éprouvée par la perte de plusieurs savants de tout premier ordre, qui continuèrent glorieusement la tradition dans la patrie d'Adolphe Brongniart, véritable fondateur de la Paléobotanique, comme aimait à le rappeler René Zeiller dans un chapitre de la *Science française*, où il résumait l'œuvre accomplie en France, depuis Brongniart, dans ce domaine spécial de la Paléontologie végétale (2).

I. — OUVRAGES GÉNÉRAUX. MÉTHODES (3).

M. Scott a publié une nouvelle édition de ses *Studies in fossil botany* (4), dans laquelle il adopte la classification suivante :

(1) Cf. R. Zeiller : Notice sur M. P. Fliche. . *Bull. Soc. Géol. France*, 4e sér., IX, pp. 480-490, 1909. — A. Hollick : Lester Frank Ward *Science*, XXXVIII, N° 968, pp 75-77, 1913. — W. Branka : Leben und Wirken H. Potoniés ; und A. L. Angersbach : H. Potonié als Philosoph *Naturw. Wochensch.* s. 1-8, 1914. — W. Gothan : H Potonié *Jahrb. königl. preuss. geolog Landes.*, XXXIV, Th. II, Hft. 3, s. 535-559, 1914. — D. H. Scott : David Thomas Gwynne-Vaughan *Ann. of. Botany*, XXX, pp. I-XXIII, 1916. — A. C. Seward : Herbert Graf zu Solms-Laubach *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXII, pt. 1, pp. XLVII-L, 1916. — G. Bonnier : René Zeiller *Revue Générale de Botanique*, 1916, p. 353 ; 1917, p. 5 ; *Liste complète des Travaux*. de René Zeiller ; *id.*, 1917, p. 40 et 71. — H. Douvillé : René Zeiller *Bull. Soc. géol. de France*, 4e ser. XVII, pp. 301-320, 1917. — E. C. Jeffrey : Ch R. Zeiller *The botanical gazette*, LXI, pp. 528-529, 1916. — E. C. Jeffrey : Octave Lignier *Ibid.* LXII, pp. 507-508, 1916. — L. Mangin : Fernand Pelourde *Bull. Museum Hist. nat.*, XXII, pp. 66-69, 1916. — A. C. Seward : Ruth Holden *The New Phytologist*, XVI, pp. 154-156, 1917. — P. Bertrand : Cyrille Grand'Eury *Bull. Soc. Geol. France*, 4e sér., XIX, pp. 145-162, 1920. — M. Couvreur : Ch. Eug Bertrand *Rev. gen. d. Sc.*, 28e an., 15 déc. 1917, pp. 657-658. — Ch. Barrois : L'œuvre géologique de C. Eg Bertrand *Ann. Soc. géol. Nord*, XLIV, pp. 47-64, 1919. — A. Arber : E. A. Newell Arber *The geolog. Magazine*, N. S., Dec. VI, vol. V, pp. 426-431, 1918. — D. H. Scott : Edward Alexander Newell Arber *Ann. of. Bot.*, XXXII, pp. VII-IX, 1918. — Agnès Arber : E. A. Newell Arber *Journ. of. bot.*, LVI, pp. 305-308, 1918. — D. H. Scott : E. A. N. Arber *Proc. Linn. Soc. London*, Sess. 131, 1918-1919, pp. 39-48). — P. A. Dangeard, H. Lecomte, E. Perrier : Edouard Bureau *Bull. Museum. Hist. nat.*, 1919, n° 1, pp. 2-10. — A. Carpentier : Edouard Bureau (*Bull. Soc., Géol. France*, 4e sér., XIV, pp. 115-120, 1919. — G. R. Wieland : The needs of paleobotany (*Science*, N. S. L. N. 1281, p. 68 July 18, 1919.

(2) R. Zeiller : La paléobotanique ; 28 pages, 3 portraits (*La Science française*. Larousse édit., Paris, 1915).

(3) Le plan général de cette revue est celui de R. Zeiller, avec quelques modifications.

(4) D. H. Scott : *Studies in fossil botany*, 683 p., 213 fig. ; Edit. II, 1909. Adam et Ch Black, London.

SPHENOPSIDA	*Equisetales* *Pseudoborniales* *Sphenophyllales* *Psilotales*	Articulatæ
LYCOPSIDA	*Lycopodiales*	
PTEROPSIDA	*Filicales* *Pteridospermeæ* *Gymnospermeæ* *Angiospermeæ*	Spermophyta

Le chapitre IV fait mention de la découverte, due à M. Nathorst (1902), des *Pseudoborniales*; signalons spécialement : les pages consacrées à la description de quelques mégasporanges ressemblant à des graines parmi les *Lycopodinées* paléozoïques (chap. VI), l'étude des *Botryoptéridées* (ch. IX), de la nouvelle classe des *Ptéridospermées* (ch. X et XI), des *Cordaitales* réparties en trois familles : les *Poroxylées*, les *Pityées* et les *Cordaïtées* (ch. XII). Les *Cycadophytes* mésozoïques font l'objet du chapitre XIII. A plusieurs reprises au cours de cet ouvrage et surtout dans un magistral chapitre de synthèse (p. 614-663), M. Scott discute, à la lumière de la paléontologie, la question des rapports de filiation entre les groupes végétaux et celle de l'évolution des plantes, sujets sur lesquels il est revenu plus récemment dans un article de *Scientia* (1).

Fossil plants de Newell Arber (2) est un livre destiné au grand public pour l'intéresser à l'étude des flores disparues et dans *Ancient plants* Miss Stopes (3) se propose de donner un aperçu sur les végétaux fossiles et les découvertes récentes de la paléobotanique. Ces travaux sont accompagnés de nombreuses planches.

On doit à M. Jongmans (4) et à M. Berry (5) des articles d'ensemble sur la paléobotanique.

M. A. C. Seward a continué et achevé la publication de son très

(1) D. H. Scott : The evolution of plants (*Scientia*, XII, 6e ann., pp. 91-106, 1912); trad. en français par M. de Varigny.

(2) E. A. Newell Arber : *Fossil plants (Gowan's Nature Books,* N° 21, 75 p. p. 60 pl., Glasgow, 1909).

(3) M. C. Stopes : *Ancient plants...*, 198 p. p.; 122 pls., Blackie and Son, London; D. van Nostrand Company, New-York, 1910.

(4) W. Jongmans : Paläobotanik (*Kultur der Gegenwart*, III, Abth. IV, 4, pp. 396-468, Leipzig, 1913).

(5) E. W. Berry : Paleobotany (*Encyclopedia Americana*, 21, pp. 140-170, 5 fig., 1919).

important ouvrage *Fossil plants* (1). L'auteur destinait ce travail aux étudiants en botanique et en géologie, mais non seulement il est très utile aux étudiants pour les initier à l'étude des plantes fossiles, mais il l'est encore aux professionnels qu'il met au courant des dernières découvertes et des publications les plus récentes. Nous ne donnerons ici qu'un résumé succinct de ces trois nouveaux volumes, devant y revenir dans le cours de cette revue. Dans le volume II M. Seward termine l'examen des *Sphenophyllales (g. Sphenophyllum, g. Cheirostrobus, g. Pseudobornia)*; après avoir décrit brièvement les *Psilotales* actuelles, il passe en revue les empreintes des végétaux fossiles qu'on a souvent rapprochés des *Psilotum*, entre autres les *Psilophyton* dévoniens. Les chapitres XV et XVI très étendus traitent des *Lycopodinées arborescentes*, tiges et écorces de *Lepidodendron*, de *Sigillaria* et *Bothrodendron*, avec étude de leurs divers états de conservation, de leurs cônes de fructification. Le chapitre XIX contient la description des *Lepidocarpon* et *Miadesmia*, *Lycopodiales* qui montrent la transition de la macrospore à la graine. Les fougères actuelles (chap. XX) sont classées d'après Engler et M. Bower et au chapitre suivant les fougères anciennes sont examinées : *Osmundacées*, *Schizéacées*, *Gleichéniacées*, *Matoniées*, *Hymenophyllacées*, *Cyathéacées*, *Polypodiacées*, *Diptérinées* Le chap. XXII sur les *Marattiales* fossiles comprend sans doute plus d'un genre qu'il faudra rapporter aux *Ptérilospermées* ; les *Psaroniées*, les *Cœnoptéridées* (i. e. *Botryoptérées* et *Zygoptérées*), les *Hydroptéridées* font l'objet de chapitres spéciaux. Des empreintes de plantes filicoïdes (Fougères et *Ptéridospermées*) du *Houiller*, du *Jurassique* et du *Wealdien*, sont associées dans le chapitre final en un groupement qui ne peut être que provisoire.

« Les groupes de plantes décrits dans le volume III sont de la plus grande importance et sont peut-être ceux qui présentent le plus d'intérêt en l'état actuel de la paléobotanique. » Tous ceux qui s'occupent des végétaux paléozoïques seront de l'avis de M. Scott (2) Les chapitres XXIX et XXX sont, en 140 pages, la synthèse de

(1) A. C. Seward : Fossil plants; vol. II, p. XXI + 624, 265 fig., 1910 — Vol. III; p. XVIII + 656, 1917 — IV, p. XVI + 543, 1919, Cambridge at the University press.

(2) D. H. Scott : Review of Professor Seward's « Fossil plants », (*The New Phytologist*, XVI, nos. 8, 9, pp. 230-235, 1917).

toutes les connaissances acquises sur les *Ptéridospermées*. Les *Lyginoptéridées* (g. *Lyginopteris*, g. *Heterangium*). les *Médullosées* (g. *Medullosa, Rhexoxylon, Sutcliffia; Steloxylon*) sont étudiées dans leurs tiges, pétioles, feuilles, organes de fructifications et leurs affinités sont discutées. Le chapitre XXXI peut être annexé aux précédents : l'auteur y décrit plusieurs frondes de *Ptéridospermées* dont les graines ne sont connues qu'à l'état d'empreintes : le *Pecopteris Pluckeneti* et l'*Aneimites* (*Wardia*) *fertilis* ; les graines en furent découvertes respectivement par C. Grand'Eury et par M. D. White. Dans le chapitre XXXII sur les *Cycadofilices*, M. Seward place plusieurs types de tiges qui ne peuvent être rangées parmi les *Ptéridospermées*, en l'absence de données positives sur les organes reproducteurs que portaient ces tiges. A ce sujet M. Scott écrit : « Il faut noter combien de ces familles de *Cycadofilices* (*Megaloxyleæ. Rhetinangieæ, Stenomyleæ* et *Protopityeæ*) sont monotypiques. Les *Rhétinangiées* pourraient peut-être se rattacher aux *Lyginoptéridées*, mais les autres sont sûrement des types isolés » Les chapitres XXXIII et XXXIV sont consacrés aux *Cordaitales* (*Poroxylées*, *Cordaïtées* et *Pityées*) et l'intérêt en est accru par une note inédite de M. Gordon sur le genre *Pitys* et par des photographies communiquées par C. E. Bertrand. Le chapitre XXXV traite des nombreuses graines de *Gymnospermes*, à structure conservée, provenant du *Permo-Carbonifère* : les *Lagenostomales* auxquels l'auteur rapporte les *Linetopsis*, après MM. Oliver et Salisbury ; les *Trigonocarpales* ou graines à symétrie rayonnée appartenant pour la plupart aux *Médullosées* ; les *Cardiocarpales*, graines platyspermiques (*Cardiocarpus, Cyclospermum, Mitrospermum, Diplotesta* etc.) qui doivent se rattacher presque toutes aux *Cordaitales*. M. Seward passe ensuite à l'examen des *Cycadophytes : Cycadinées* fossiles ou plantes apparentées aux *Cycadinées* qui ont eu leur maximum de développement au *Mésozoïque*. Les *Bennettitales* (chap. XXXVI et XXXVII), avec les genres *Cycadeoidea. Cycadella, Williamsonia, Wielandiella, Williamsoniella, Cycadocephalus, Weltrichia* sont décrits dans le menu, d'après les travaux de MM. Nathorst, Wieland, Thomas et les recherches personnelles de l'auteur. « L'étude du groupe des *Williamsonia*, à part certains points sujets à controverse d'après M. Scott, est très intéressante et donne une idée nette des larges

limites dans lesquelles s'est développée l'organisation des *Bennettitales*. » (1)

Les autres Gymnospermes (*Ginkgoales*, *Coniferales*) intéressent le dernier volume. M. Seward désigne les feuilles de *Ginkgo* ou de types très apparentés au genre *Ginkgo*, sous le nom de *Ginkgoites*. Il examine les empreintes des feuilles g. *Ginkgoites*, *Baiera*, *Ertiophyllum*, les empreintes d'inflorescences de g. *Antholithus* et *Stenorachis*, et celles d'autres genres que les paléontologistes ont, avec plus ou moins de raisons, classées parmi les *Ginkgoales* : g. *Ginkgodium*, *Czekanowskia*, *Phænicopsis*, *Desmiophyllum* (chap. XL et XLI) ; des genres dont la position lui paraît incertaine, g. *Glottophyllum*, g. *Ginkgopsis* et spécialement les *Psygmophyllum* et *Dicranophyllum* sont passés en revue et soumis à une critique judicieuse (chap. XLII). Avec le chapitre suivant commence la longue étude des *Coniferales* par un exposé général des connaissances acquises sur les genres récents, sur les bois des divers *Coniferales*, d'après les travaux de MM. Thomson, Jeffrey, Gothan et d'autres. A propos de ces bois, l'auteur discute la valeur des caractères invoqués par les divers botanistes pour les distinguer les uns des autres : présence ou absence de canaux résineux dans le bois secondaire, disposition des ponctuations sur la paroi radiale des trachéides, mode de ponctuation des cellules constituant les rayons médullaires etc. etc.. Le chapitre XLIV donne la classification des bois de *Coniferales* fossiles, soit en tout 15 genres répartis en trois groupes : les bois à trachéides offrant des ponctuations du type *Araucaria* g. *Dadoxylon*) ; ceux dont les ponctuations sont du type usuel chez les *Conifères* et dont les « bordures de Sanio » des trachéides sont d'ordinaire bien développés *Cupressinoxylon*, *Taxoxylon*, *Cedroxylon*, *Pityoxylon*...) ; enfin des bois qui présentent à la fois des caractères d'*Araucaria* et d'*Abiétinées* (g. *Woodworthia*, *Araucariopitys*, *Xenoxylon* etc...) Dans un même chapitre XLV sont passés en revue les rameaux garnis de feuilles et les fructifications de diverses *Araucarinées*, les empreintes de *Voltzia* et de *Walchia*. Puis ce sont les *Cupressinées*, dont la détermination n'est généralement pas facile en l'absence de strobiles ; le genre *Brachyphyllum* est particulièrement analysé (chap. XLVI). Les formes fossiles d'au-

(1) D. H. Scott, *op. cit.* 1917, p. 234.

wealdien, *crétacé* ou *tertiaire*, qu'on a rapprochées de la famille des *Callitrinées*, sont examinées au chapitre XLVII. La répartition ancienne des divers genres d'*Abiétinées* et des *Araucarinées* est largement exquissée au début du chapitre suivant. M. Seward se propose d'ailleurs de traiter à part cette question si intéressante de la distribution géographique des différents groupes et familles de végétaux. Après l'étude des *Cycadocarpidium*, qui sont probablement des sporophylles de *Podozamites* chap. LI), quelques pages sur les *Gnétales* actuelles et fossiles terminent l'ouvrage. M. Seward n'aborde pas l'étude des *Angiospermes*; espérons que sans tarder nos spécialistes dans la connaissance des flores crétacées et tertiaires donneront à cette œuvre magistrale son couronnement naturel.

René Zeiller (1) avait annoncé, en 1908, la publication de quatre livraisons d'un album de photographies, accompagnées de fiches, entreprise par H. Potonié avec l'aide de plusieurs collaborateurs. Neuf livraisons ont paru; la plupart des végétaux décrits sont du Paleozoïque (2). Signalons spécialement dans la livraison VII une étude sur des *Sphenophyllum* du *Houiller supérieur* et du *Permien* et sur les *Lonchopteris*; dans les livraisons V, VI et VII les descriptions d'espèces nombreuses du genre *Callipteris*. Les espèces du genre *Mariopteris* sont analysées par M. Huth (huitième livraison) et celles des genres *Alethopteris* et *Callipteridium* par M. Franke dans les livraisons VIII et IX. H. Potonié avait entrepris également la publication d'une revue spéciale de paléobotanique, le *Palaeobotanische Zeitschrift* (3), dont une livraison a paru, à notre connaissance du moins. Elle contient des notes originales et la revue des travaux récents de paléobotanique.

Le même auteur a fait paraître un livre où il expose ses idées sur les grandes lignes de la morphologie des plantes à la lumière de la paléontologie, travail sur lequel on aura l'occasion de revenir (4).

(1) R. ZEILLER in *Rev. gén. de Bot.*, t. XX, p. 42, 1908.

(2) H. POTONIE : *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste*, Lieferung V, 1907, Nr. 81-100; Lief. VI, 1909, Nr. 101-120; Lief. VII, 1910, Nr. 121-140; Lief. VIII, 1912, Nr. 141-160; Lief. IX, 1913, Nr. 161-180 (*Herausg. kgl. preuss. geol. Landesanst.*, Berlin).

(3) H. POTONIE : *Palæobotanische Zeitschrift*. I, Hft. 1, S. 1-84, Taf, I-III, von Gebr. Borntraeger, Berlin, 1912. La suite, vol. I, II, III Hf. 1, fait partie du *Paläontologisch. Gesellschaft.*

(4) H. POTONIÉ : Grundlinien der Pflanzenmorphologie, im Lichte der Paläontologie. 175 Abb. 2 Aufl. G. Fischer, Iéna, 1912.

M. Gothan (1) a publié un travail d'ensemble sur la paléobotanique. Les *Algues*, les *Champignons* et les *Mousses* ; les *Ptéridophytes* (*Filicinées* dans un sens très large, incl. *Ptéridospermées, Sphenophyllales, Equisétales* et *Calamariales, Lepidophytes*) ; les *Gymnospermes* (*Conifères, Ginkgophytes, Cordaïtées, Cycadophytes*, incl. *Bennettitales*) et les *Angiospermes* y sont successivement étudiées M. Gothan a aussi préparé une nouvelle édition de l'ouvrage de H. Potonié : *Lehrbuch der Paläobotanik* (2). De plus on a annoncé une réimpression de l'*Histoire des végétaux fossiles* de Brongniart (3)

La bibliothèque de paléontologie de l'*Encyclopédie scientifique* s'est enrichie d'un volume de paléontologie végétale qui a pour auteur Fernand Pelourde (4) mort pendant la guerre. Ce volume traite des *Cryptogames cellulaires* et des *Cryptogames vasculaires*. Pelourde devait faire paraître dans la même collection deux autres volumes sur les *Gymnospermes* et les *Angiospermes*. Le premier volume donne bien l'état actuel des connaissances sur les *Sphenophyllales*, les *Lycopodiales* (pp. 97-207), les *Filicales* (pp. 208-317). L'auteur s'était acquis une compétence particulière par ses recherches sur les Fougères fossiles, ce qui rend cette étude sur les *Filicales* spécialement intéressante. Certaines empreintes de frondes (*Névroptéridées, Odontopteridées, Mariopteris*), quelques fructifications doivent toutefois dans l'état actuel de la science être rapportées aux *Ptéridospermées*. Le départ entre Fougères et Ptéridospermées est parfois difficile, mais certains faits sont désormais incontestables : les *Alethopteris, Nevropteris* et d'autres genres sont à ranger parmi les plantes à graines.

M. Paul Bertrand a réuni en un volume (5) les conférences de

1) W. Gothan : Palaeobotanik (*Handwörterb. Naturwiss.* VII; S. 408-460; 39 Fig., 1912.)

2) W. Gothan : *Potonie's Lehrbuch der Paläobotanik,* zweite umgearbeitete Auflage, 1920. Gebr, Borntraeger, Berlin.

(3) A. Brongniart : Histoire des Végétaux fossiles... Réimpression photogr.. Berlin 1915, 4°, 12, 560 pp. 199 pl. (*Cf. Botan. Centralbl.,* Bd. CXXX, n° 11. p. 163, 1915).

(4) F. Pelourde : Paléontologie végétale (Cryptogames cellulaires et vasculaires), 360 pages, 80 figures, préface de R. Zeiller. *Encyclopédie scientifique,* Bibliothèque de paléontologie, Dr M. Boule. Chez O. Doin et Fils, Paris, 1914.

(5) P. Bertrand : *Conférences de paléobotanique,* 1917-1918, 82 pages, 19 planches, in-4° autogr. Martin édit., Saint-Etienne, 1918.

paléophytologie qu'il a faites à l'Ecole nationale des Mines de Saint-Etienne (1917-1918) C'est un résumé très précis des connaissances acquises sur les groupes de végétaux caractéristiques des diverses périodes géologiques. L'auteur insiste de façon spéciale sur la flore houillère. L'ère carbonifère est caractérisée par le développement des *Cryptogames vasculaires*, comme aussi des *Phanérogames anciennes (Gymnospermes* les plus primitives : *Cordaïtées* et *Ptéridospermées)*. On reviendra sur les pages de ce travail, où il est question du mode de formation du terrain houiller et de la houille.

Dans le *Progressus rei botanicæ* (1) le même auteur a consacré un article aux *Fougères* anciennes ou paléozoïques qu'il divise en trois grands groupes *(Osmundacées, Inversicaténales, Psaroniées)*, dont il étudie les caractères anatomiques et discute les affinités. Les progrès réalisés dans l'étude des *Cycadophytes* de l'époque secondaire ont fait l'objet d'un article de F. Pelourde dans ce même recueil du *Progressus*. Pelourde avait également écrit en 1913 une revue des travaux de paléontologie végétale. (2)

Quelques pages de M. Seward dans *Science* (3) résument l'œuvre des paléobotanistes de Grande Bretagne, de 1914 à 1918.

Signalons enfin plusieurs travaux de M. Jongmanns, intéressant la littérature ou la bibliographie paléobotanique (4)

Méthodes. — L'emploi de la méthode de macération ou méthode Schulze, utilisée d'abord par Schenk, Bornemann, Gümbel et Zeiller a rendu de grands services à la paléobotanique ces années dernières. Les epidermes de feuilles paléozoïques et mésozoïques, conservées sous forme de lames charbonneuses dans les schistes, et les sporanges houillifiés sont mis à macérer dans un mélange de chlorate de

(1) P. Bertrand : L'étude anatomique des Fougères anciennes et les problèmes qu'elle souleve (*Progressus rei botanicæ* IV, Hft 2, pp. 182-302, 59 fig., 1912). — F. Pelourde : Les progrès réalises dans l'étude des Cycadophytes de l'époque secondaire (*Prog. r. bot.*, V, Hft 2, pp. 129-163, 1916.

(2) F. Pelourde : Revue de paleontologie végétale (*Rev. gén. d. Sciences*, 15 février 1913, pp. 103-119).

(3) A. C. Seward : Recent paleobotany in Great Britain (*Science*, N. S., L N. 1280, pp. 43-48. July 11, 1919).

(4) W. J. Jongmans : Die palæobotanische Litteratur I, 217 p.p., 1910 ; II, 417 p., 1911. G Fischer, Iéna. — *Fossilium Catalogus* II. Plantæ. Pars *1* : *Lycopodiales*, s. 52 ; Pars 2 : *Equisetales*, 53 pp. ; Pars 3 : *Equisetales*, 33 p. Pars 4 : *Equisetales*, 105 p. ; Pars 5 : *Equisetales*, 65 p. W. Junk, Berlin, 1913-1915.

potassium et d'acide azotique. Les masses brunâtres, constituées de matières humiques, qui résultent de l'oxydation de la substance charbonneuse, disparaissent par l'emploi de l'ammoniaque diluée ; les membranes cuticularisées des cellules épidermiques et des spores résistent et deviennent visibles. L'exposé des manipulations, que nécessite la préparation des épidermes, des spores ou microspores, se trouve dans diverses notes ou mémoires de MM. Nathorst, Bather, H. Hamshaw Thomas, Willi Huth, H. Potonié et W. Gothan, K. Nagel, F. Krasser, R. Potonié etc... (1) Ce dernier emploie comme réactif oxydant l'eau oxygénée et comme colorants des membranes cuticularisées le violet de gentiane (2) Dans leurs études des cuticules des *Cycadées* actuelles, M. H. Hamshaw Thomas et Miss Nellie Bancroft (3) se sont servi pour colorer les cuticules, du brun Bismarck du rouge Congo, de la fuschsine diamant. Pour les coupes transversales de feuilles le colorant Scharlach R de M. Hill (4) leur a donné d'excellents résultats. Cette méthode de coloration, après macération et lavage à l'ammoniaque diluée, appliquée par M. Thomas et Miss Bancroft aux *Cycadophytes* secondaires, a été de même utilisée par

1) A. G. Nathorst (*Kungl. Svenska Vetenskaps. Handlingar,* XLIII, N. 6, pp. 4-7, 1908). — Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden (*Palæobotanische Zeitschrift*, I, Hft 1, S. 26-36, 1912). — F. A. Bather : Nathorst's methods of studying the cutinised portions of fossil plants (*Geol. Magaz.* Dec. V., vol V, p. 454, 1908). — H. Hamshaw Thomas : On some methods in palæobotany (*The New Phytologist*, XI, pp. 109-114, 1912). — Willi Huth : Macerationen von Carbonpflanzen... (*Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, N. F., XI, n° 47, p. 752, 1912). — H. Potonié u. W. Gothan : *Palæobotanisches Praktikum*, 152 S., 14 Abb. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1913. — W. Gothan : Neuere Erfolge der Mazerationsmethode... (*Monatsber. deutsch. geol. Ges.*, LXII, S. 1-3, 1915). — Über die Methoden und neue Erfolge bei der Untersuchung kohlig erhaltener Pflanzenreste (*Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde Berlin*, 1915, N. 2, s. 43-48). — K. Nagel : Ueber mazeration von kohlig erhaltenen Pflanzenresten (*Naturwiss. Wochensch.*, N. F., XV, N. 40; s. 569-571, 1916). — F. Krasser : Studien über die fertile Region der Cycadophyten... (*Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Klasse*, XCIV, s. 501. Wien, 1917 .

2) R. Potonié : Ueber die Diathermie einiger Carbon Farne I Von der Mazerations-methode (*Beihefte zum Botan. Centralblatt*, XXXII, Abth. I, S. 468-469. 1915). — Mikrochemisches über kohlig erhaltene fossile Pflanzenreste und praktische Resultate durch deren Farbung. (*Sitzungsber. d. Gesellschaft naturforschender Freunde*, Berlin. Jahr. 1915, N. 4, S. 116-118).

3) H. Hamshaw Thomas and Nellie Bancroft : On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds (*The Trans. of the Linnean Soc. London*, VIII, pt 5, p. 157, 1913).

(4) T. G. Hill, Scharlach R. : a microchemical test for oils. (*The New Phytologist*, XI, p. 72, 1912).

Miss Wills dans ses recherches sur les épidermes des végétaux paléozoïques. (1)

M. Halle de Stockholm a préconisé, pour l'examen des objets opaques au binoculaire, l'emploi de l'huile de cèdre. Une goutte ou deux, sur l'objet à examiner, sur la surface polie d'un bois pétrifié, suffisent pour les rendre plus clairs.

MM. Nathorst et Bather, quand il s'agit de moulages de feuilles dans une roche à grain fin, utilisent le collodion. On en verse une goutte sur la surface du fossile et on laisse sécher. On obtient un moulage des cellules épidermiques. M. Thomas juge que cette méthode est d'une application plus facile à l'analyse préliminaire des bois pétrifiés. On peut obtenir de minces pellicules de la roche et les soumettre à un premier examen microscopique (2).

La reconstitution des graines, des tiges fossiles, à l'aide de coupes sériées ou non, a fait l'objet d'une note spéciale de M. Salisbury (3), qui a décrit les diverses méthodes utilisées pour construire des modèles et pour obvier aux inconvénients qui résultent de l'obliquité si fréquente des sections microscopiques effectuées dans les échantillons minéralisés.

II. — ORGANISMES PROBLÉMATIQUES ET VÉGÉTAUX INFÉRIEURS

A. — Bactériacées; Algues et organismes problématiques.

L'examen microscopique des roches sédimentaires a révélé le rôle important qu'ont joué dans leur genèse les algues, et en particulier les algues calcaires. Nous renvoyons le lecteur à la synthèse que M. Cayeux a donnée sur ce sujet (4).

L'existence des *Bactériacées* paléozoïques n'est pas contestée.

(1) Lucy Wills : Plant cuticles from the Coal-Measures of Britain. (*The Geological Magazine,* Dec. VI, vol. I, N. 603, p. 385, 1914).

(2) H. Hamshaw Thomas : On some methods in palæobotany (*The New Phytologist,* XI, n° 4, p. 113, 1912).

(3) E. J. Salisbury Methods of palæobotanical reconstruction (*Annals of Botany,* XXVII, pp. 273-279, *1* text-fig. April 1913).

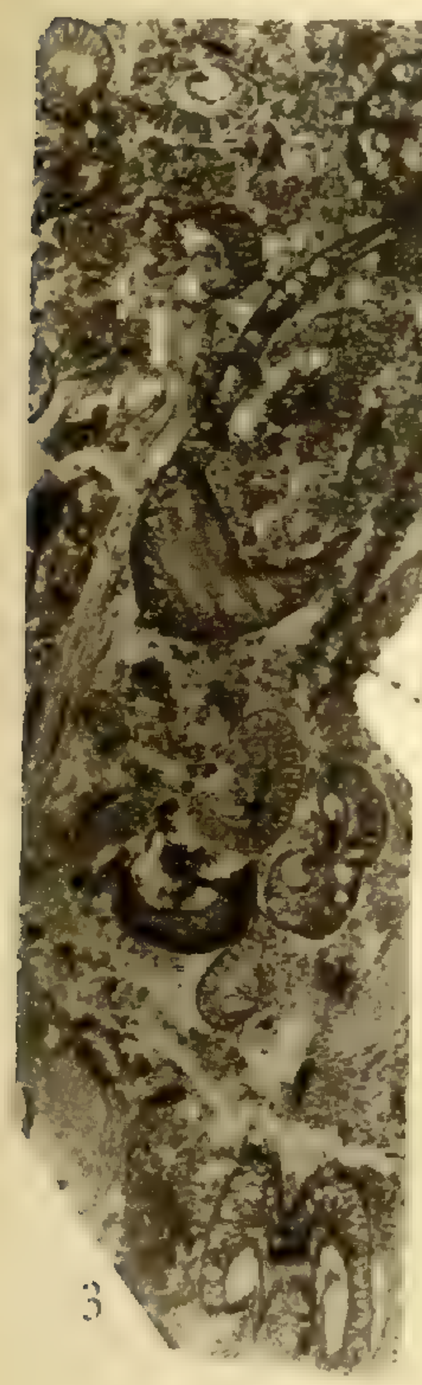
(4) L. Cayeux : Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte geologique de France*, 1916, pp. 325-351 ; pl. XVIII-XXII, Imprimerie nationale, Paris.

Mais à la suite d'une étude attentive des préparations de la collection Renault, C.-E. Bertrand (1) s'est assuré qu'un certain nombre d'entre elles contenaient, non pas de véritables microorganismes, mais des figures, des apparences bactériformes. Sur des coupes de sporanges de Grand'Croix ou d'Autun, les cellules de *tapetum* offrent des épaississements en forme de bâtonnets linéaires, parfois anguleux ou coudés, à extrémités renflées, ayant tout à fait l'aspect de bacilles. Les préparations de B. Renault montrent qu'il faut ranger parmi ces figures bactériformes le *Bacillus Gramma*, *B. gomphosoideus*, *B. ozodeus*. D'autres apparences analogues sont dues à des plastides, libérées. Quand les organes (feuilles d'*Alethopteris* ou autres) ont été fixés par le minéralisateur, après une altération plus ou moins prononcée, les plastides sont altérées, réduites, désagrégées et arrivent à ressembler à des corpuscules micrococciformes. Les exemples d'altérations cellulaires, aboutissant à la formation de tels corpuscules, peuvent être étudiés dans les silex de Grand'Croix. L'agent de destruction échappe cependant à l'analyse. C.-E. Bertrand fait aussi remarquer la fréquence des granulations micrococciformes, isolées, parfois en chaînettes, d'origine limonitique et qui sont aussi des pseudo-microcoques. Le même auteur avait déjà signalé (2) antérieurement les altérations dont étaient susceptibles les cellules endospermiques des graines houillères, et en particulier dans l'endosperme du *Cardiocarpus sclerotesta*, il avait fait observer toutes les transitions entre des cellules à protoplasma vacuolaire et à contenu peu altéré et d'autres cellules à protoplasma grumeleux, à contenu réduit à des mâcles de prismes hexagonaux très courts. Ces petits prismes vus par leur tranche se présentent sous la forme de bâtonnets tronqués et offrent alors l'apparence de bacilles.

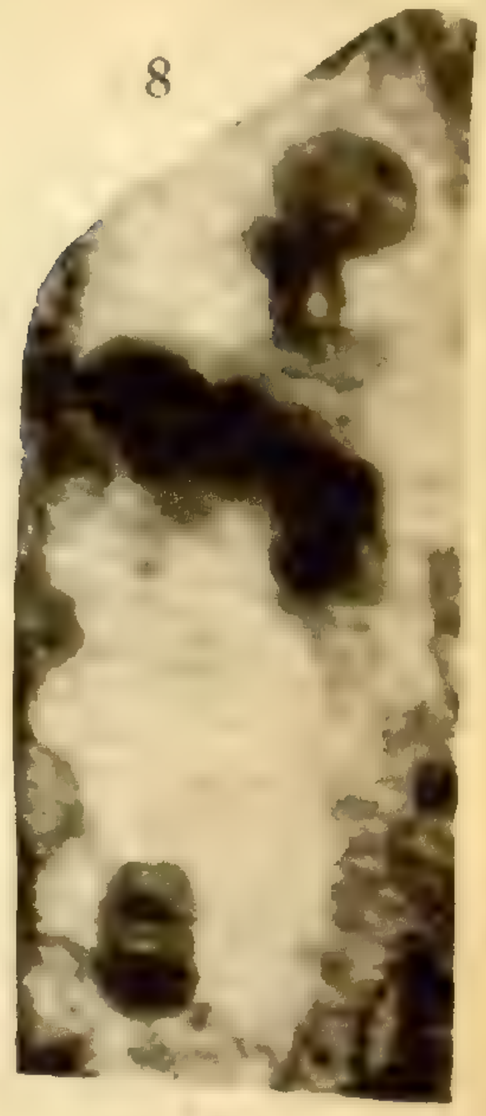
(A suivre).

(1) C. E. BERTRAND : Figures bactériformes dues à des causes diverses : épaississements cellulaires, plastides libérées, précipités ferrugineux. (*Assoc. franç. Avanc. Sc.* Congrès de Lille, 1909, Notes et Mém. pp. 600-606, 1910).

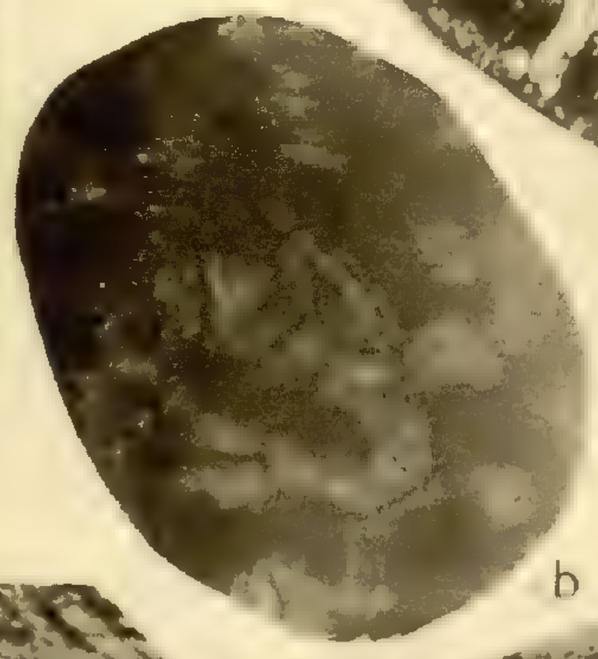
(2) C. E. BERTRAND : Sur des figures cristalloïdes et bacillaires qui se sont produites pendant l'altération de quelques graines silicifiées (*Assoc. franç. Avanc. Sc.*, Congrès de Clermond-Ferrand, 1908, Notes et Mémoires, XXXVII, pp. 524-527, 1909).


3

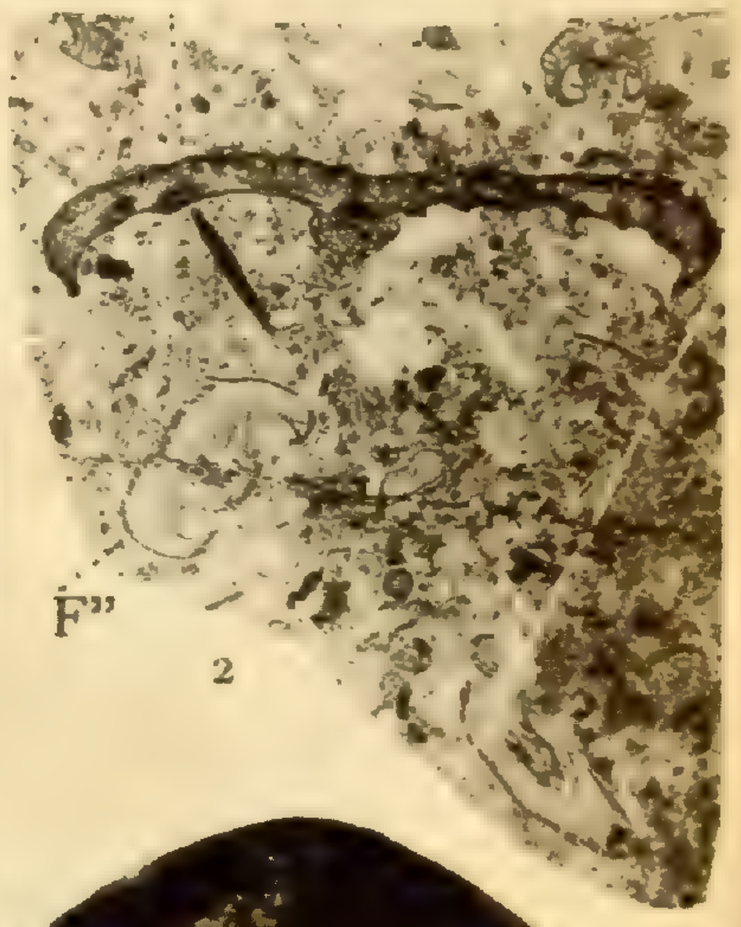
5



8

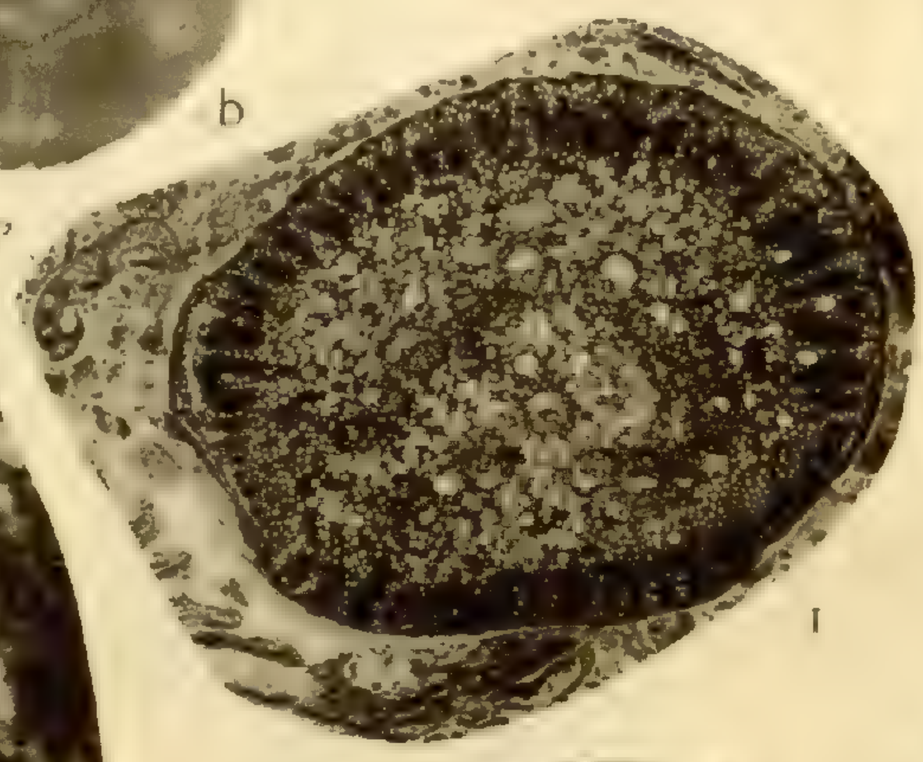


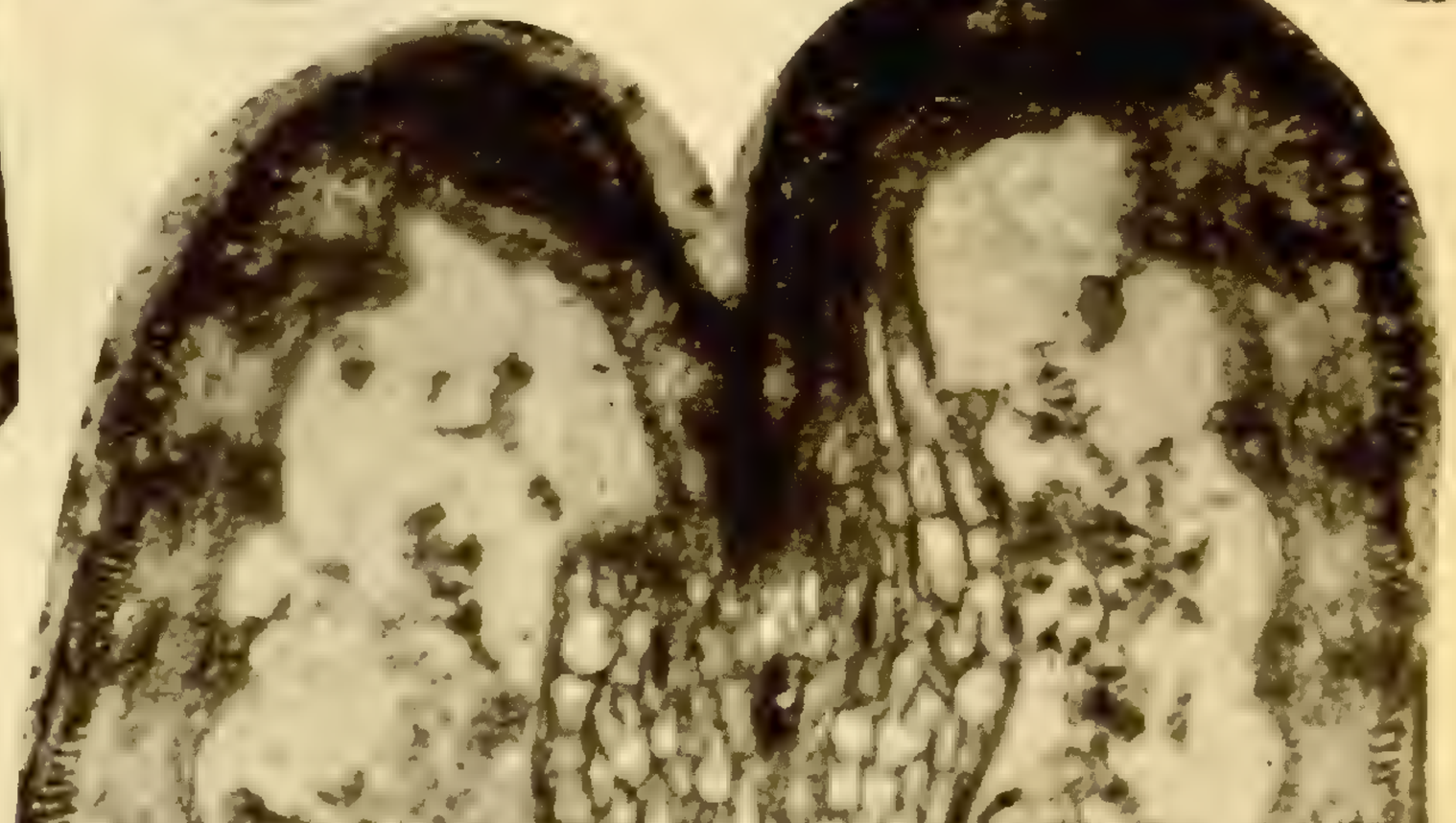
6



2

7


1



4

9

G. Depape G. Barckeroot, phot.

Le Deley, imp.

Médullosées

a

b

c

A. Specher, phot. Le Deley, imp

Feuilles panachées de Tropæolum majus.

Ch. d'Alleizette, phot. Le Deley, imp.

Dracæna *dans la forêt d'Ambre.*

Ch. d'Alleizette, phot. Le Deley, imp.

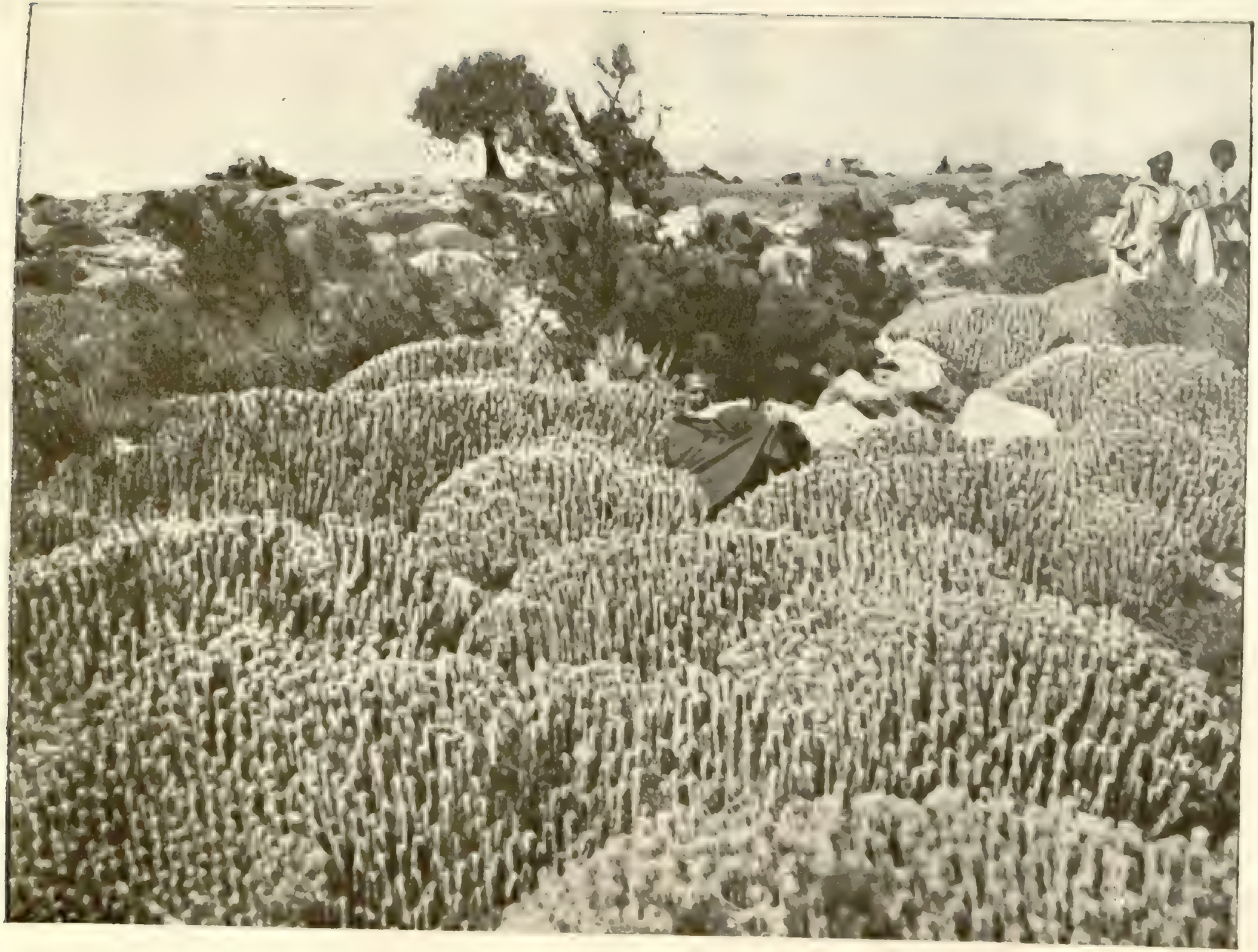
Cascade dans la forêt d'Ambre.

CH. D'ALLEIZETTE, phot. LE DELEY, imp

Coin de forêt de la montagne d'Ambre.

JAHANDIEZ, phot. BRUN et Cie, sc.

Euphorbia canariensis *L.*



GATTEFOSSÉ, phot. BRUN et Cie, sc.

Euphorbia resinifera *Berg et Schmidt.*

WATIER, phot. BRUN et Cie, sc.

Euphorbia Beaumierana *Hook. f. et Coss.*

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR L'ORIGINE DES PLASTIDES

DANS

LES PHANÉROGAMES

par M. A. GUILLIERMOND

(suite et fin)

VIII. — Autres exemples de plastides et conclusions.

La plupart des plastides, une fois différenciés, conservent, toute leur existence, la forme mitochondriale et se distinguent des autres mitochondries par de menus caractères.

Prenons quelques exemples empruntés à nos recherches antérieures.

Les cellules épidermiques du stigmate de la fleur d'*Iris germanica* vont nous donner un exemple de ce dimorphisme des mitochondries. On peut y observer avec une très grande netteté sur le vivant tous les stades de l'évolution du chondriome. Dans les cellules encore très jeunes, on observe des chondriocontes minces et allongés, entremêlés à des mitochondries en formes de courts bâtonnets ou de grains.

Les chondriocontes représentent des amyloplastides : ils ne tardent pas à élaborer sur leur trajet de petits grains d'amidon ; puis lors de leur résorption, un peu avant l'ouverture de la fleur, les grains d'amidon laissent pendant quelque temps, à l'emplacement qu'ils occupaient sur les chondriocontes, une grosse vésicule. Les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets ne participent pas à cette élaboration, mais elles peuvent s'allonger en chondriocontes ; elles sont légèrement plus grêles que les amyloplastides.

On peut contrôler facilement tous ces phénomènes sur des coupes fixées et colorées par la méthode de Regaud. Les dessins que nous figurons ici (Pl. 62, fig. 1 à 3) représentent le chondriome d'une de ces cellules peu de temps avant l'ouverture de la fleur. A un grossissement de 1000 ou 1500, le chondriome se montre constitué par des chondriocontés généralement très allongés, et par de courts bâtonnets et des mitochondries granuleuses : il est impossible d'observer des différences de dimensions entre ces divers éléments. Cependant, à un grossissement de 3000, on s'aperçoit qu'il y a parmi les éléments de légères différences de dimensions. On y voit des chondriocontes très allongés, onduleux, souvent ramifiés, et parfois même des éléments en forme de courts bâtonnets ou de grains qui sont légèrement plus épais que les autres éléments du chondriome. Quelques-uns des chondriocontes offrent à l'une de leurs extrémités une grosse vésicule. Ces éléments représentent les amyloplastides. A côté, on observe un grand nombre d'autres éléments très légèrement plus grêles, qui ont la forme de chondriocontes peu allongés, de courts bâtonnets, d'haltères et de grains isolés ou parfois accouplés ; ces derniers éléments correspondent aux mitochondries qui ne participent pas à l'élaboration de l'amidon.

Cette différence entre ces deux catégories de mitochondries, si peu visible qu'elle passerait inaperçue à un observateur non prévenu, s'accentue quand on observe les cellules du parenchyme du stigmate où le chondriome présente la même allure, mais où les amyloplastides offrent la forme de chondriocontes sensiblement plus épais que les autres mitochondries (Pl. 62, fig. 4).

Les cellules épidermiques de l'anthère montrent également sur le vivant un chondriome d'une extrême netteté, dans lequel on peut observer des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets inactifs, et de longs et minces chondriocontes qui élaborent sur divers points de leur trajet de petits grains d'amidon composés. Ici encore il y a donc deux catégories d'éléments présentant les caractères morphologiques des mitochondries, mais ayant un rôle différent et les amyloplastides sont donc représentés par des chondriocontes typiques, tandis que les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets représentent une autre catégorie de mitochondries non différenciées.

On retrouve un chondriome semblable dans les cellules de l'épi-

derme des feuilles et des bractées où les amyloplastides sont également pendant toute la durée de la vie de ces cellules à l'état de chondriocontes très allongés.

Les cellules épidermiques des pétales de la fleur de *Tulipa suaveolens* nous donnent un autre exemple très facile à observer sur le vivant, aussi bien que sur des coupes fixées et colorées par les méthodes mitochondriales. Dans l'épiderme de la variété blanche, le chondriome se compose de nombreuses mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets et d'une très grande quantité de chondriocontes allongés, onduleux et parfois ramifiés.

Les chondriocontes n'ont pas la même valeur physiologique que

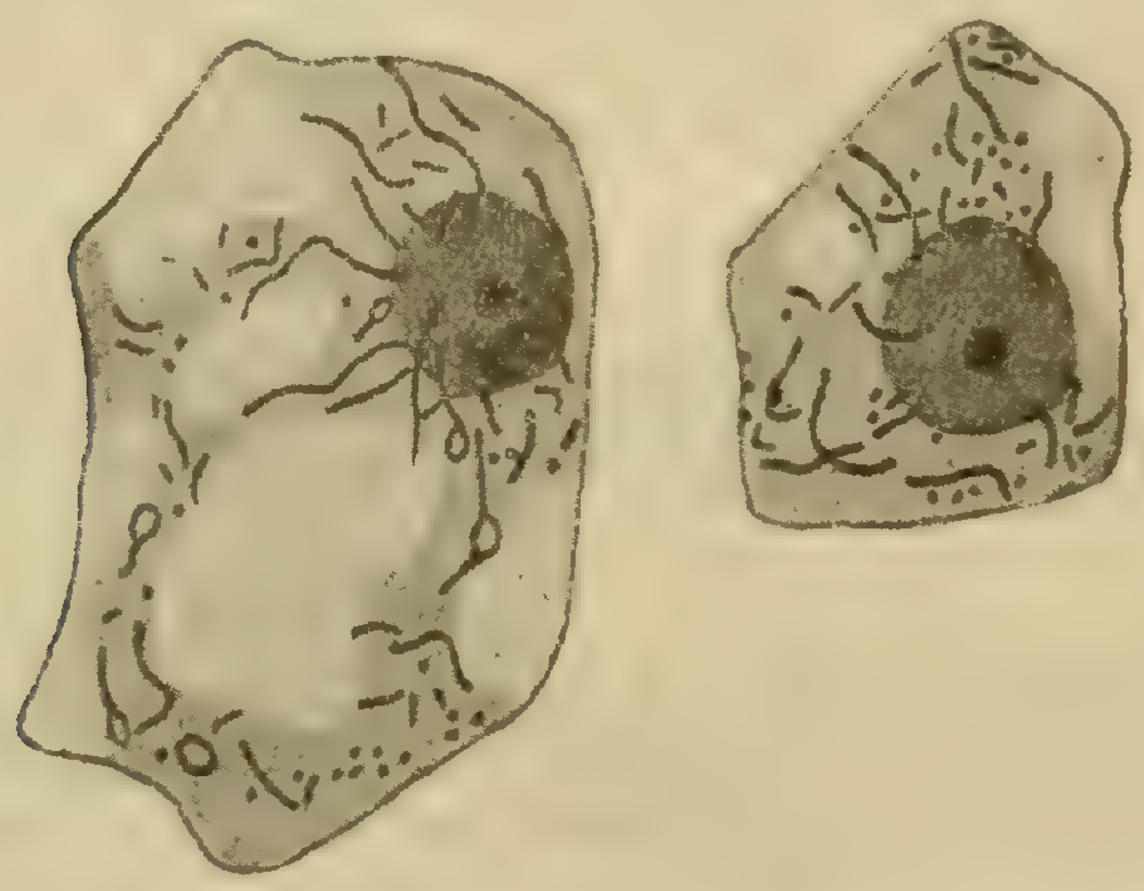


Fig. 6. — Cellules épidermiques de pétales de Glaïeul. Les chondriocontes représentent les amyloplastides (méthode de Regaud, grossissement : 1000).

les autres éléments du chondriome, car dans les fleurs jeunes, ils sont seuls capables d'élaborer de l'amidon ; de plus, dans les variétés jaunes de *Tulipa suaveolens*, ce sont eux qui élaborent le pigment xanthophyllien, tandis que les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets ne participent pas à ce phénomène.

Dans une coupe fixée et colorée par la méthode de Regaud, ces deux variétés de mitochondries peuvent se distinguer l'une de l'autre : dans la variété blanche, les chondriocontes sont moins chromophiles et plus grêles que les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets.

Cependant si l'on observe le développement de ces cellules, on constate que dans leurs stades les plus jeunes, leur chondriome est à peu près exclusivement constitué par des mitochondries en grains

ou bâtonnets qu'il est impossible de distinguer les unes des autres. Ce n'est qu'un peu plus tard qu'un certain nombre de ces éléments s'allongent et se transforment en chondriocontes.

On trouverait des exemples analogues dans d'autres fleurs, notamment dans l'épiderme de la fleur de Glaïeul (fig. 6).

On constate également dans la partie interne du tégument d'une graine de Haricot avant maturation des amyloplastides en voie d'élaborer de l'amidon, qui présentent l'allure de chondriocontes typiques (fig. 7).

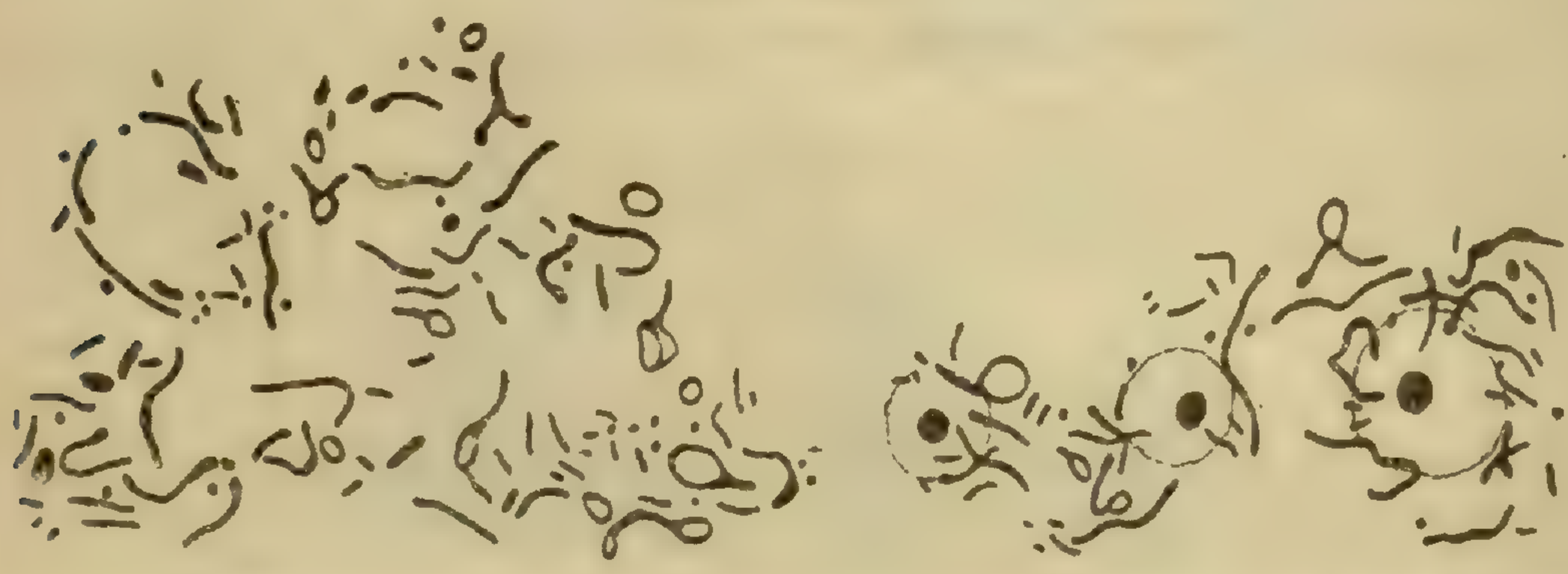


Fig. 7. — Chondriome des cellules de la partie interne du tégument d'une graine de Haricot avant maturation. Les amyloplastides ont presque tous la forme de chondriocontes; quelques-uns cependant sont sous forme de grains nettement plus gros que les autres mitochondries granuleuses. Beaucoup élaborent de l'amidon (méthode de Regaud, grossissement : 1000).

Les amyloplastides ont donc presque toujours des formes mitochondriales caractéristiques qui ont échappé jusqu'ici à tous les observateurs parce qu'on ne connaissait pas de méthodes permettant de les différencier sur coupes. Ils n'offrent la forme de gros corpuscules arrondis que dans le cas où ils sont destinés à élaborer de très gros grains d'amidon. Les chromoplastides également présentent presque tous la forme de bâtonnets ou de filaments et ne se différencient en gros corpuscules que si l'élaboration du pigment est excessivement active.

Seuls les chloroplastides se distinguent en général nettement des mitochondries par leur forme relativement volumineuse et par leurs caractères histo-chimiques : ils présentent les caractères de coloration des mitochondries, mais résistent aux fixateurs renfermant de l'acide acétique ou de l'alcool, qui altèrent profondément les autres plastides et les mitochondries. Mais si on analyse de près

leurs formes, on se rend compte qu'elles se rattachent aux types mitochondriaux : corpuscules arrondis ou courts bâtonnets, capables de se diviser.

Leurs dimensions s'expliquent, d'autre part, par le fait qu'elles sont remplies de chlorophylle. Quant à leur résistance vis-à-vis des fixateurs, elle pourrait s'expliquer par le fait que la chlorophylle formerait, avec le substratum mitochondrial, une combinaison plus résistante. En effet, lorsqu'on colore un méristème de tissu chlorophyllien fixé par le picroformol de Bouin, on constate que tout le chondriome des cellules les plus jeunes est détruit, tandis qu'un peu plus haut, les chondriocontes qui vont devenir des chloroplastides, dès qu'ils s'imprègnent de chlorophylle, résistent au fixateur. D'autre part, Pensa a montré que, seuls, les chondriocontes imprégnés de chlorophylle et en voie de se transformer en chloroplastides et les chloroplastides une fois différenciés sont colorables par la mélhode d'imprégnation à l'argent, tandis que toutes les autres mitochondries, y compris les amyloplastides, ne se différencient pas par ce procédé. Si l'on fait germer une plantule à l'obscurité, il se forme des plastides incolores, correspondant aux chloroplastides, qui verdissent dès qu'on les place à la lumière. Or ces plastides ne se différencient pas par la méthode à l'argent et se colorent par cette technique dès qu'ils ont formé de la chlorophylle. Il semble donc que la chlorophylle modifie la composition chimique du substratum.

On sait, d'autre part, que les chloroplastides peuvent reprendre des formes mitochondriales. Dans le mésophylle des bractées et des feuilles d'*Iris germanica*, on observe des chloroplastides d'abord arrondis qui forment, à leur extrémité, un filament incolore tout à fait semblable à un chondrioconte et pris à tort, par Schimper, pour un cristalloïde de protéine. Dans le tubercule de *Calanthe Sieboldtii*, Chodat a montré que les chloroplastes prennent la forme d'haltères, puis la partie amincie perd sa chlorophylle, s'étire en filament et produit de l'amidon.

Ceci nous conduit donc à admettre que ce que l'on désigne en botanique sous le nom de plastides (1) ne constitue pas, comme

(1) Ces faits sont renforcés encore par les travaux récents de l'un de nos élèves M. Emberger, qui a constaté que dans les Fougères, les cellules épidermiques qui donnent naissance au sporange renferment à la fois de petits chloroplastes lenti-

nous l'avions pensé jusqu'ici, des stades terminaux de l'évolution de certaines mitochondries, mais une variété spéciale de mitochondries conservant, une fois différenciées, tous les caractères morphologiques et histo-chimiques des mitochondries, capables de se diviser et de passer de la forme de grains à la forme de filaments allongés, et ne se distinguant des mitochondries ordinaires, qui coexistent avec elles dans les cellules adultes, que par des dimensions souvent nettement plus volumineuses. Encore ce caractère ne permet-il pas toujours de distinguer les plastides des autres mitochondries, puisqu'on a vu que souvent ils conservent leurs petites dimensions primitives.

Des observations que nous venons de faire, il résulte que, dans

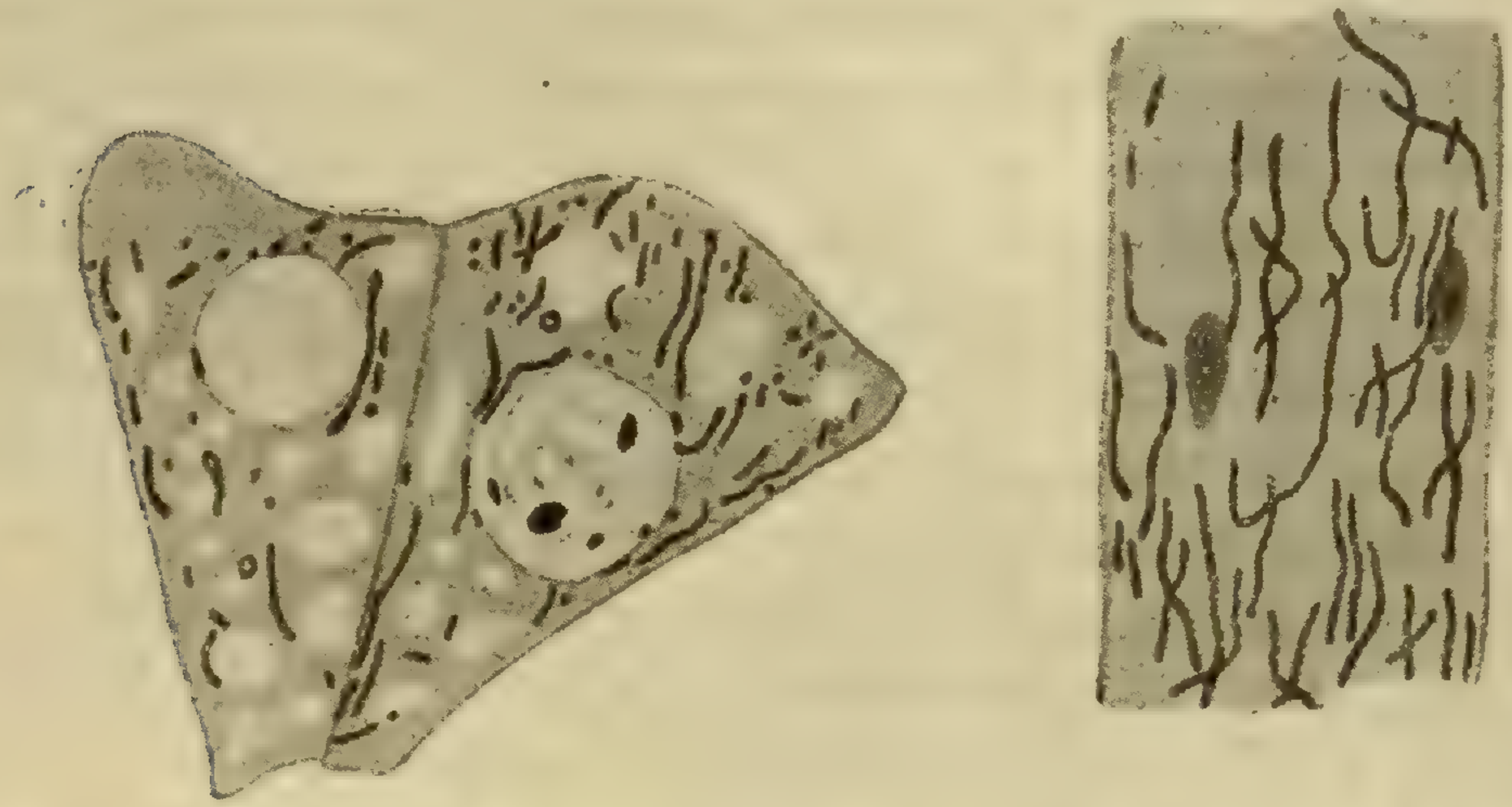


Fig 8. — A gauche, cellules d'une glande muqueuse de la bouche d'un Homme (méthode de Regaud, d'après une préparation du Dr Favre, grossissement : 1000). — A droite, fragment d'un filament de *Saprolegnia* (méthode de Regaud, grossissement : 1000).

les cellules les plus jeunes des méristèmes, on observe presque toujours un chondriome constitué à la fois par des mitochondries granuleuses ou en forme de courts bâtonnets et par des chondriocontes plus ou moins allongés. Ce chondriome présente tout à fait l'allure du chondriome de la cellule d'un Animal ou d'un Champignon (fig. 8). Tous les éléments qui le composent offrent les mêmes

culaires remplis de grains d'amidon et des mitochondries inactives. Dans les cellules qui en dérivent et les cellules mères des spores, ces chloroplastes perdent leur chorophylle et leur amidon et reprennent l'allure de mitochondries qu'on ne peut plus distinguer des mitochondries inactives qui coexistent avec elles. Il en est de même pour la formation de l'oogone. Enfin M. Mangenot a constaté des faits de même ordre dans la formation de l'oogone des Floridées.

dimensions et les mêmes caractères de coloration et il est impossible d'y distinguer ceux qui resteront à l'état de mitochondries ordinaires de ceux qui deviendront les plastides. Il y a cependant quelques cas où les cellules des méristèmes renferment, dès le plus jeune âge, deux catégories de mitochondries qui se distinguent soit par une très légère différence de dimension, soit par leur chromaticité qui n'est pas tout à fait la même, soit même par leurs formes : c'est ainsi que, dans certains cas, dans la racine de Courge, les chondriocontes seuls se transforment en plastides, tandis que les mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets conservent leurs caractères originels. Mais si l'on observe l'allure du chondriome dans les cellules-mères primordiales des grains de pollen et dans le sac embryonnaire au début de sa différenciation, toute distinction devient impossible.

On est donc amené naturellement, d'après ces faits, à l'opinion que nous avons toujours soutenue jusqu'ici et qui a été admise par Meves dont l'autorité ne saurait être contestée : à savoir que les plastides des cellules différenciées naissent aux dépens des mitochondries indifférenciés des cellules des méristèmes. Cette opinion rencontre cependant de sérieuses difficultés théoriques maintenant que l'on connait mieux l'évolution des plastides dans les Végétaux inférieurs. On a vu, en effet, que les travaux de Scherrer, Sapehin et Mottier ont démotré que dans les Bryophytes, où la chlorophylle persiste dans tous les stades du développement et existe dans l'œuf, les chloroplastes conservent leur individualité à tous les stades de la vie de la plante et se perpétuent, par division, par l'intermédiaire de l'œuf. Cependant, à côté de ces chloroplastes, on retrouve, dans toutes les cellules, des mitochondries qui évoluent parallèlement aux chloroplastes. Il en est de même dans les Fucacées, d'après les résultats obtenus tout récemment par l'un de nos élèves, M. Mangenot. Enfin, dans les Spirogyres où nous avions réussi, jusqu'ici, à différencier un chondriome en dehors du chloroplaste spiralé qui persiste à tous les stades du développement, il nous a été possible de mettre en évidence, à l'aide de techniques spéciales, des chondriocontes et des mitochondries granuleuses.

En présence de ces faits nouveaux, Scherrer, Sapehin et Mottier n'hésitent pas à séparer complètement les plastides des mitochondries et à admettre que ces deux catégories d'éléments

n'ont que des ressemblances de formes et de coloration purement superficielles, mais correspondent à des formations de nature et d'origine tout à fait différentes. Selon Scherrer et Sapehin, on aurait confondu, dans les méristèmes des Végétaux supérieurs, de petits plastides ronds avec les mitochondries granuleuses et les stades de la division de ces plastides (haltères à partie amincie très effilée) avec des chondriocontes : les mitochondries et les jeunes plastides coexisteraient donc dans les méristèmes et auraient été confondus les uns avec les autres. Selon ces mêmes auteurs, les mitochondries auraient une signification absolument inconnue et peut-être même constitueraient de simples produits de réserves. Scherrer même nie leur existence constante dans les cellules. Mottier au contraire établit que toute cellule renferme, à la fois, des mitochondries et des plastides et que ces deux catégories d'organites sont des éléments constitutifs du cytoplasme, ne se formant que par division et jouant un rôle dans l'hérédité. Il montre, en outre, que ces deux catégories d'éléments possèdent des formes semblables et que les plastides filamenteux ne sont pas des formes de division des plastides ; selon lui, mitochondries et plastides, ne se distingueraient que par leurs dimensions. L'opinion de Scherrer et Sapehin qui admettent que les jeunes plastides filamenteux correspondent à des formes de division des plastides est d'ailleurs insoutenable, puisque nous avons démontré que la forme chondrioconte est la forme que revêt, le plus souvent, les amyloplastides et les chromoplastides dans les cellules adultes.

Nous avons démontré, au contraire, par une étude très précise des caractères vitaux, morphologiques et microchimiques des mitochondries de la cellule végétale que ces éléments, y compris ceux qui se transforment en plastides et les plastides eux-mêmes, ne se distinguent en aucune manière des mitochondries de la cellule d'un Animal ou d'un Champignon. Nous avons même dessiné à un grossissement de 3.000, des mitochondries de diverses cellules d'Animaux ou de Champignons comparativement avec des mitochondries de cellules de Phanérogames, qui montrent combien, dans les deux cas, on obtient des images superposables. Ce résultat est d'ailleurs confirmé (1) par les recherches de Cowdry qui a étudié

(1) Ce résultat a été également confirmé par les recherches de Mangenot et Emberger qui ont étudié comparativement les cellules du foie et du rein de

comparativement le chondriome des cellules de la racine de Pois (y compris les éléments qui se transforment en plastides) avec celui des cellules pancréatiques de la Souris.

Tous les zoologistes qui ont observé le chondriome de la cellule végétale se rallient d'ailleurs à cette opinion ; ils admettent sans hésitation que les plastides dérivent de mitochondries (Maximov, Pensa, Meves, Cowdry, Duesberg) et l'on ne peut s'empêcher d'être impressionné à l'idée que, parmi eux, Meves qui est l'un de ceux qui a le plus contribué à l'étude des mitochondries de la cellule animale, a nettement pris position en faveur de l'origine mitochondriale des plastides.

D'autre part, on sait que des travaux très sérieux, notamment ceux de Regaud et Prenant, tendent à démontrer que, dans la cellule animale, les mitochondries se comportent comme les plastides de la cellule végétale et élaborent certains produits (grains de zymogène) et notamment la plupart des pigments. Il est donc difficile de séparer des formations qui paraissent avoir le même rôle dans la cellule végétale et dans la cellule animale.

D'ailleurs, il est à remarquer que ce sont précisément les éléments mitochondriaux donnant le plus souvent naissance aux plastides qui ressemblent le plus aux mitochondries de la cellule animale (1). Les mitochondries qui ne se transforment pas en plastides, au contraire, très souvent à l'état de courts bâtonnets ou de grains, rarement de chondriocontes peu allongés. Enfin, si l'on examine une cellule du méristème d'une racine de Courge

Grenouilles et diverses cellules végétales (notamment des cellules de racine de Fougères). Enfin, par une étude comparative du chondriome d'un *Saprolegnia*, qui peut très bien s'observer sur le vivant, avec celui des cellules épidermiques de la fleur de *Tulipa suaveolens ;* nous avons ainsi pu constater l'homologie complète entre les mitochondries du Champignon et les plastides de la fleur de Tulipe.

(1) Dans un important travail (Arch f. mikrosk. Anatomie 1917), dont nous n'avons eu connaissance qu'après la rédaction de cet article, Meves exprime une opinion opposée à celle de Mottier. Il admet que tous les éléments du chondriome se transforment en plastides dans les cellules adultes et que ce que l'on y a décrit à côté des plastides ne sont pas des mitochondries, mais des grains de métaplasme. Mais cette théorie n'est pas en accord avec les faits comme nous l'avons montré récemment (A propos d'un travail récent de Meves. *Soc. Biol.* 1921), car les éléments qui ne participent pas à la formation des plastides montrent des figures de division et ne sont pas toujours sous forme de grains ; ils présentent souvent la forme de chondriocontes typiques. Ils ont donc tous les caractères des mitochondries.

dans laquelle les éléments qui doivent se transformer en plastides se distinguent souvent, par leur forme de chondriocontes, des autres éléments du chondriome (mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets) et si l'on essaie de reproduire deux dessins du chondriome de l'une de ces cellules : l'un dans lequel on ne figure que les éléments qui doivent se transformer en plastides, et l'autre dans lequel ne sont représentés que ceux qui ne jouent aucun rôle dans cette formation, on obtient toujours un chondriome nettement moins abondant que celui que l'on obtient en dessinant le chondriome d'uue cellule d'un Animal ou d'un Champignon quelconque.

Les éléments destinés à évoluer en plastides sont donc des mitochondries et il est impossible de séparer les mitochondries des plastides. C'est là un fait démontré.

Dès lors deux hypothèses se présentent à notre esprit :

1° L'une, que nous avons déjà formulée, consiste à supposer que dans les Bryophytes et les Algues, par suite de la persistance de la chlorophylle pendant tout le développement, il se serait séparé une variété spéciale de mitochondries, les chloroplastides, qui conserveraient leur individualité et évolueraient séparément et parallèlement aux autres éléments du chondriome, alors que chez les Végétaux supérieurs les plastides se différencieraient à partir de mitochondries indifférenciées de l'œuf et des méristèmes.

2° L'autre que nous adoptons suppose que ce que l'on désigne sous le nom de chondriome est, à la vérité, constitué par des éléments de même nature chimique et morphologiquement semblables, mais ayant un rôle physiologique distinct, ce qui revient à dire qu'il y aurait plusieurs variétés de mitochondries, de mêmes formes, mais distinctes par leurs fonctions. L'existence de variétés distinctes de mitochondries ne parait pas douteuse Elle est admise par la plupart des auteurs qui se sont consacrés à l'étude des mitochondries.

Déjà dans son livre l'*Hérédité*, Delage, en exposant la théorie des bioblastes de Altmann s'exprime ainsi (page 504) : « Le nombre de leurs variétés (les bioblastes) doit être très considérable dans un organisme compliqué. Leur taille, cependant, n'est jamais très petite, puisqu'elle reste toujours dans les limites de la visibilité ».

Fauré-Frémiet a observé dans l'oocyte de *Julus*, traité par la méthode de Benda, un chondriome constitué par des mitochondries granuleuses très colorées et des chondriocontes faiblement

colorés. Champy décrit, dans les gonies primitives des Batraciens, des mitochondries granuleuses de grande taille différant des autres mitochondries par certains de leurs caractères de colorabilité et qu'il désigne sous le nom de chondrioplastes. « A côté des mitochondries arrondies, de grande taille, dit-il, on trouve toujours des mitochondries plus petites ou des chondriocontes. Il semble que ces derniers représentent des mitochondries végétatives, suivant l'expression si juste d'Altmann, tandis que les deuxièmes témoignent d'une élaboration de deutoplasme, relativement intense, dans les gonies primitives, et qui ne se retrouve plus dans les autres éléments sexuels .»

Au cours de ses recherches, Regaud signale, à plusieurs reprises, l'existence de variétés distinctes de mitochondries. Dans son étude sur la structure des tubes séminifères et de la spermatogénèse chez les Mammifères, il s'exprime ainsi : « Il y a dans le syncytium deux variétés de mitochondries qui diffèrent l'une de l'autre par leurs réactions micro-chimiques : celles qui sont colorables sans chromisation préalable, celles qui ne sont colorables qu'après chromisation préalable.

Les mitochondries colorables sans chromisation sont moins nombreuses que les autres. Elles ont d'ailleurs le même aspect, les mêmes dimensions, les mêmes localisations, elles montrent des variations du même ordre au cours du cycle spermatogénique. »

Favre et Regaud constatent que des différences dans la durée du mordançage chromique déterminent régulièrement des différences dans les effets de la coloration, particulièrement au point de vue du nombre et de la qualité des mitochondries.

« Pour certaines variétés de chondriosomes, les conditions de mordançage optimum sont très différentes. Nous rappelons, à ce propos, que ces variations ont, pour nous, une signification autre que celle de simples hasards de cuisine microtechnique ! Nous pensons qu'ils signifient que les chondriosomes existant dans un tissu et a fortiori dans des tissus différents, n'ont pas une constitution chimique absolument identique » (Favre et Regaud).

A propos de son hypothèse de la fonction éclectique des mitochondries, Regaud s'exprime ainsi :

« Cette hypothèse de la fonction éclectique des mitochondries suppose un nombre infini de variétés dans la constitution de la

substance extractive et fixatrice : postulat avec lequel est déjà d'accord l'analyse histo-chimique de ces formations, toute rudimentaire qu'elle soit. J'ai montré en effet que dans l'épithélium séminal du Rat, l'étude des conditions de coloration des mitochondries révèle que celles-ci appartiennent à plusieurs espèces ou variétés différentes. Les unes sont moins vulnérables que les autres par l'acide acétique, les unes exigent un mordançage moindre que les autres par les sels de chrome pour devenir colorables par la méthode que j'ai proposée. Pour les mitochondries des glandes salivaires, nous avons observé (Regaud et Mawas) des différences analogues, non seulement entre les espèces animales différentes (Homme, Chien, Ane), mais encore entre glandes et variétés cellulaires distinctes appartenant à une espèce animale. Les mitochondries des canaux salivaires se comportent différemment de celles des acini, etc. Pour les formations mitochondriales des divers organes de la peau (épiderme, glandes sudoripares), nous avons trouvé (Favre et Regaud) les mêmes particularités. Tout cela constitue bien une preuve de différences micro-chimiques entre les mitochondries, n'en déplaise à certains histologistes qui ne voient là que des hasards de « cuisine « ; sans doute parce que la microtechnique, telle qu'ils la pratiquent, n'est encore qu'un art exclusivement empirique. La multiplicité infinie des « espèces mitochondriales » ainsi démontrées par ce que nous savons de la microtechnique des mitochondries est un fait capital. »

Seulement, jusqu'ici, on a supposé, bien qu'aucune précision n'ait été donnée sur ce point, que ces variétés mitochondriales provenaient de la différenciation de mitochondries indifférenciées de l'œuf et des cellules embryonnaires et que, par conséquent, ces variétés auraient toutes la même origine. Mais rien ne s'opposerait à l'idée que ces variétés seraient toujours distinctes et évolueraient séparément en conservant leur individualité. Beaucoup de cytologistes admettent, pour expliquer l'hérédité, que les chromosomes d'un même noyau, bien que morphologiquement semblables, sont porteurs de qualités héréditaires qui ne leur donnent pas la même valeur physiologique. Il n'y a pas de raison pour refuser aux mitochondries ce que, pour des motifs purement théoriques, on accorde aux chromosomes. Nous pensons donc qu'il existe, dans la cellule des Végétaux supérieurs, deux variétés distinctes de mitochondries

de même nature chimique, ayant les mêmes formes de grains, courts bâtonnets, chondriocontes, chondriomites, susceptibles de passer de l'une à l'autre de ces formes, incapables de naître autrement que par division, mais douées de propriétés physiologiques distinctes et conservant toujours leur individualité au cours du développement: les unes correspondent aux plastides connus depuis les beaux travaux de W. Schimper, les autres ont un rôle qui n'a pas encore été bien précisé. Ces deux variétés sont, en général, tellement semblables chez les Phanérogames qu'il n'y a pas possibilité de les distinguer dans l'œuf et les cellules embryonnaires. Cependant, dans certains cas (racine de Haricot par exemple), il est possible, dans une certaine mesure, à un très fort grossissement, de distinguer les plastides qui ont les mêmes formes que les autres éléments du chondriome, mais sont légèrement plus chromophiles. Dans d'autres cas (racine de Courge), les plastides se distinguent par leurs formes de chondriocontes des autres mitochondries qui sont à l'état de grains ou de courts bâtonnets. Ces deux variétés, difficiles ou impossibles à distinguer dans les tissus embryonnaires, se révèlent, au contraire, facilement, en général, dans les cellules adultes par le fait que les plastides, tout en conservant leurs formes et leurs propriétés chimiques caractéristiques de mitochondries, prennent des dimensions beaucoup plus élevées que les autres mitochondries qui conservent leurs dimensions primitives. C'est ce qui explique que, dans beaucoup de cas, lorsqu'on examine une cellule adulte du parenchyme cortical d'une racine, on a l'impression qu'il y existe deux chondriomes superposés : l'un formé par de petites mitochondries, l'autre par de grosses mitochondries correspondant aux amyloplastides. Les deux catégories de mitochondries ont la même forme, mais ne diffèrent que par leurs dimensions et leurs fonctions. Dans d'autres cellules adultes, il est vrai, la distinction devient plus confuse et les plastides conservent leurs dimensions primitives et se distinguent difficilement des autres éléments du chondriome. Cependant il est rare que certains caractères permettent de les séparer. C'est ainsi que dans l'épiderme des pétales de Tulipe, on a vu que les amyloplastides qui conservent les formes typiques des chondriocontes sont cependant moins chromophiles que les autres éléments du chondriome : ils sont également plus sensibles aux actions osmotiques que les autres mitochondries. Ces différences dans la

dimension des plastides sont en rapport avec l'activité élaboratrice des cellules, plus celle-ci est intense et plus les plastides sont différenciés.

Il est incontestable que cette conception (1) cadre mieux avec nos connaissances actuelles sur l'évolution du chondriome et des plastides dans l'ensemble des Végétaux. Elle satisfait mieux l'esprit. Enfin et surtout elle explique le cas particulier des Algues et des Bryophytes chez lesquels, grâce à la persistance de la chlorophylle, l'une des variétés de mitochondries, les plastides, se distinguent morphologiquement des autres mitochondries. Il n'est pas étonnant de constater dans la cellule végétale qui se distingue de la cellule animale par son pouvoir très actif de synthèse une catégorie spéciale de mitochondries plus différenciées que les autres et chargées de la photosynthèse.

1er Février 1920.

(1) Depuis la rédaction de cet article, les travaux de M. Emberger ont définitivement démontré que les plastides conservent leur individualité au cours du développement et constituent une variété spéciale de mitochondries dans la cellule des végétaux chlorophylliens. (Emberger : Recherches sur l'origine des plastides chez les Ptéridophytes. *Archives de morphologie générale et expérimentale*, 1921). Les plastides ayant les mêmes caractères morphologiques et microchimiques que les mitochondries de la cellule animale, on est bien obligé de les assimiler à celles-ci et de ne pas réserver cette assimilation exclusivement aux autres mitochondries qui coexistent avec eux, comme l'a fait Mottier. D'autre part, cette dernière catégorie de mitochondries présente également tous les caractères des mitochondries animales et l'on ne peut l'en séparer comme l'a fait Meves, à l'encontre de Mottier. On est donc obligé d'admettre qu'il existe dans la cellule des Végétaux supérieurs deux variétés distinctes de mitochondries, dont l'une représentée par les plastides est affectée à la photosynthèse, et dont l'autre qui peut être désignée provisoirement sous le nom de *mitochondries inactives à la photosynthèse*, parce que leur fonction nous échappe encore. Cette dualité du chondriome est, selon nous, la condition de la photosynthèse. Elle n'existe que dans la cellule des Végétaux verts ; dans la cellule animale il semble bien exister des variétés de mitochondries, mais celles-ci résultent de la différenciation de mitochondries originellement semblables (voir à ce sujet : Guilliermond : Les constituants morphologiques du cytoplasme *C. r. Ac. des Sciences et Rev. gén. des Sciences*, 1921, et La constitution morphologique du cytoplasme. *Bull. scientifique de France et de Belgique*, 1921).

EXPLICATION DES PLANCHES (1)

Planche 54

Racine de Courge.

Figure 1. — Cellules très jeunes du méristème. Les parois séparatrices ne sont pas visibles. Tous les éléments du chondriome ont les mêmes dimensions et les mêmes formes, certains cependant élaborent déjà de l'amidon. (Gross. 2.250).

Figure 2. — Cellule jeune du périblème. Certains chondriocontes forment des renflements destinés à se séparer pour donner des amyloplastides différenciés. (Gross. 3000).

Figure 3. — Cellules d'une région plus différenciées du périblème. Les amyloplastides sont en voie de différenciation ; quelques-uns élaborent de l'amidon. (Gross. 2250).

Figure 4. — Cellules plus âgées du périblème. Les amyloplastides sont à peu près entièrement différenciés. (Gross. 2250).

Planche 55

Racine de Courge (suite) (*Gross.* 3000).

Figure 1. — Cellule très jeune du périblème ; il est impossible de distinguer les amyloplastides des autres mitochondries.

Figure 2. — Cellule différenciée du périblème. Les amyloplastides sont différenciés sous forme de grains.

Figure 3. — Chondriome d'une cellule semblable à la précédente.

Figure 4. — *Id.* dans des cellules très jeunes du plérome. Les amyloplastides, en forme de chondriocontes ou de graines ne sont pas distincts des autres mitochondries.

Figure 5. — Chondriome de cellules plus âgées du plérome. Les amyloplastides ne sont pas distincts des autres mitochondries.

Planche 56

Racine de Courge (suite) (*Gross.* 3000).

Figure 1. — Cellule différenciée du périblème.

Figure 2. — Chondriome d'une cellule semblable à la précédente.

Figure 3. — Chondriome de cellules complètement différenciées du parenchyme cortical. Les amyloplastides dont quelques-uns élaborent de l'amidon sont beaucoup plus gros que les autres éléments du chondriome, mais ont les mêmes formes.

Planche 57

Racine de Courge (suite) (*Gross.* 3500).

Figure 1. — Cellules très jeunes du méristème d'une racine secondaire. Il est impossible de distinguer par leurs dimensions les amyloplastides des autres mitochondries. Cependant les amyloplastides sont représentés par les chondriocontes.

Figure 2. — Cellules un peu plus différenciées du méristème d'une racine secondaire : les chondriocontes s'épaississent et deviennent les amyloplastides.

(1) Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire sur des préparations traitées par la méthode de Regaud.

Planche 58

Racine de Ricin (Gross. 3000).

Figure 1. — Noyau entouré de son chondriome dans une cellule très jeune du méristème de la racine de Ricin. Il est impossible de distinguer parmi les éléments du chondriome, les amyloplastides des autres mitochondries. Cependant, certains éléments du chondriome représentent déjà des amyloplastides et élaborent de petits grains d'amidon.

Figure 2. — Noyaux entourés de leur chondriome dans des cellules déjà un peu moins jeunes du méristème. La paroi de séparation des cellules n'est pas visible.

Figure 3. — Id. dans une région où la différenciation commence : les amyloplastides se distinguent déjà un peu ici des autres mitochondries par des formes légèrement plus épaisses.

Figure 4. — Jeune cellule du périblème. Les amyloplastides sont beaucoup plus gros que les autres mitochondries.

Figure 5. — Chondriome du plérome. Les amyloplastides sont difficiles à distinguer des autres mitochondries.

Planche 59

Racine de Ricin (suite) *(Gross.* 3000).

Figure 1. — Cellule d'une jenne cellule du périblème, en voie de mitose.

Figures 2 à 5. — Chondriome des cellules différenciées du parenchyme cortical. Les amyloplastides sont beaucoup plus gros que les autres éléments du chondriome, mais ont exactement les mêmes formes.

Planche 60

Racine de Haricot.

Figure 1 et 2. — Cellules très jeunes du méristème. Dans la fig. 2, les deux cellules sont en voie de mitose. (Gross. 3000).

Figure 3 et 4. — Cellules semblables à un grossissement de 1000. Dans 4, une des cellules est en voie de mitose.

Figure 7. — Début de la défférenciation des amyloplastides dans le périblème. (Gross. 3000).

Figure 8. — Chondriome d'une cellule du parenchyme cortical interne. (Grossissement 3000).

Planche 61

Racine de Haricot (suite) (*Gross.* 3000).

Figures 1 et 2. — Noyaux de cellules du parenchyme cortical externe, entourés de leur chondriome : les amyloplastides sont des chondriocontes un peu plus épais que les autres mitochondries surtout en forme de grains et bâtonnets. Ils forment sur leur trajet des renflements qui produisent des grains d'amidon.

Figure 3. — Chondriome de jeunes cellules du plérome. Les amyloplastides dont quelques-uns forment de l'amidon sont un peu plus épais que les autres mitochondries.

Figure 4. — Noyau d'une cellule du parenchyme cortical entouré de son chondriome : les amyloplastides sont sous formes de longs chondrioncontes élaborant de l'amidon.

Figure 5 — Chondriome d'une cellule semblable à la précédente.

Planche 62

Racine de Pois (Gross. 3000).

Figure 1. — Cellule très jeune du méristème. On ne peut distinguer par leurs dimensions les amyloplastides des autres mitochondries.
Figure 2. — Id.; quelques-unes des mitochondries élaborent de l'amidon.
Figure 3. — Id. en voie de mitose.
Figure 4. — Cellule très jeune du plérome, en voie de mitose.
Figure 5. — Cellule jeune du parenchyme cortical ; les amyloplastides sous forme de chondriocontes élaborent de l'amidon.

Planche 63

Racine de Pois (suite) *(Gross.* 3000).

Figure 1. — Chondriome de cellules très jeunes du méristème. On ne constate pas de différences entre les amyloplastides et les autres mitochondries. Beaucoup de mitochondries sont en voie d'élaborer de l'amidon.
Figure 2. — Chondriome d'une région différenciée du plérome. Les amyloplastides sont des chondriocontes ou parfois des grains ou bâtonnets, un peu plus épais que les autres mitochondries.
Figure 3 — Chondriome de cellules différenciées du parenchyme cortical. Les amyloplastides ont les mêmes formes que les autres mitochondries, mais sont un peu plus épais. Beaucoup sont en voie d'élaborer de l'amidon composé.
Figure 4. — Chondriome d'une région très différenciée du plérome. Les amyloplastides dont beaucoup élaborent de l'amidon sont souvent plus allongés et toujours un peu plus épais que les autres mitochondries, mais ont les mêmes formes.
Figure 5. — Id., mais on n'a figuré que les amyloplastides.

Planche 11

Racine de Maïs (Gross. 3000).

Figure 1. — Cellule initiale du méristème. Les amyloplastides ne se distinguent pas des autres mitochondries. Ils semblent être représentés par des bâtonnets.
Figures 2 et 3. — Cellules du périblème, en voie de différenciation. Les amyloplastides sont des chondriocontes en voie de se sectionner en grains assez épais.
Figures 4 et 5. — Cellules du plérome en voie de différenciation. Les chondriocontes représentent les amyloplastides.
Figure 6. — Chondriome d'une cellule différenciée du parenchyme cortical. Les amyloplastides sont de gros grains.
Figure 7. — Chondriome de cellules du plérome. Les amyloplastides en forme de longs chondriocontes forment des renflements qui donneront de l'amidon.

Planche 65

*Bourgeon d'*Elodea canadensis *(Gross.* 3500).

Figure 1. — Cellule initiale de l'épiderme de la tige. Les plastides ne se distinguent pas des autres mitochondries. Ils semblent cependant représentés par les chondriocontes.
Figure 2. — Cellule initiale de l'écorce.
Figure 3. — Cellule initiale du cylindre central.
Figure 4. — Cellule du méristème de l'écorce.

Figure 5. — Chondriome du méristème d'une feuille. Les plastides en forme de chondriocontes sont un peu plus gros que les autres mitochondries, et sont en voie de se sectionner en grains; quelques-unes forment de l'amidon.

Figures 6 et 7. — Cellules différenciées du parenchyme d'une feuille. Les chloroplastides sont de gros corpuscules arrondis dérivés de la segmentation des chondriocontes renfermant souvent un gros grain d'amidon. Quelques-uns ont encore une queue, reste du chondrioconte dont ils dérivent. Les mitochondries inactives sont en voie de se transformer en chondriocontes.

Figure 8. — Chondriome d'une cellule du même parenchyme, encore plus différenciée.

Planche 66

*Cellules des stigmates d'*Iris germanica (*Gross.* 3500).

Figure 1. — Cellule épidermique : le chondriome est constitué par des chondriocontes très allongés et un peu plus épais que les autres mitochondries qui représentent les amyloplastides et par des mitochondries inactives en forme de grains, bâtonnets et chondriocontes minces et pas très allongés.

Figure 2 et 3. — Chondriome de cellules semblables à la précédente.

Figure 4. — Chondriome d'une cellule du mésophylle. Ici les amyloplastides sont très épais et se distinguent nettement des autres mitochondries : beaucoup forment des grains d'amidon.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Alvarado. — Plastosomas y leucoplastos en Algunas fanerogamas. (*Trabejos del Laboratorio de Investigaciones biologicas de la Universitad de Madrid*, 1918).

— El chondrioma y el systema vacuolar en las cellulas vegetales. (*Bol. de la Real Sociedad Espanola de Historia natural*, 1918).

Asvadourova. — Rech. sur la formation des pigments. (*Arch. anat. micr.*, 1913).

Champy. — Recherches sur la spermatogenèse des Batraciens. (*Arch. de Zoologie expérim. et gén.*, 1914).

Cowdry (N.-H.). — A comparaison of mitochondria in Plant and animals cells. (*Biological Bull.*, 1917).

Dangeard. — Sur la nature et le rôle du chondriome. (*C. R. Ac, des Sc.*, 1918).

— Nouvelles rech. sur la nature du chondriome et ses rapports avec le système vacuolaire. (*Bull. Soc. Bot. de Fr.*, 1916).

— Observations sur le chondriome du *Saprolegnia*. (*Bull. Soc. mycol. de Fr.*, 1916).

— Sur la distinction du chondriome des auteurs en plastidome, sphérome et vacuome. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1919).

— Plastidome, sphérome et vacuome chez les *Selaginella Kraussiana*. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur le plastidome, le sphérome et le vacuome dans l'*Asparagus verticillatus*. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

Duesberg et **Hoven**. — Sur la structure du cytoplasme dans la cellule végétale (*Anat. Anzeiger*, 1909).

Forenbacher. — Die chondriosomen und chromatophorenbildung. (*Ber. d. D. Bot. ges.*, 1911).

Emberger. — Sur l'évolution du chondriome dans les Fougères. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution du chondriome pendant la formation du sporange dans les Fougères (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution du chondriome dans les Sélaginelles. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution du chondriome dans le prothalle des Fougères. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

Guilliermond. — Sur la formation des chloroplastes aux dépens des mitochondries. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1911).

— Recherches sur l'origine des plastes (chloro-amylo- et chromoplastes et sur le mode de formation de l'amidon. (*Arch. Anat. micros.*, 1912).

— Sur le chondriome et les formations ergastoplasmiques dans le sac embryonnaire des Liliacées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1919).

— Sur le chondriome dans le sac embryonnaire de *Tulipa suaveolens*, au début de sa différenciation. (*C. R. Soc. Biol.*, 1919).

— Nouvelles remarques sur l'origine des plastides. (*Ann. Sc. nat.*, 1919).

— Observations vitales sur le chondriome des végétaux et recherches sur l'origine des chromoplastides. (*Rev. gén. de Bot.*, 1919).

— Sur les éléments figurés du cytoplasme. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution du chondriome pendant la formation des grains de pollen des Liliacées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'origine des vacuoles dans quelques racines. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Sur le sphérome de M. Dangeard. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Nouvelles remarques sur la coexistence dans les végétaux chlorophylliens de deux variétés de mitochondries. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Observations vitales sur le chondriome d'un *Saprolegnia*. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Nouvelles recherches cytologiques sur le chondriome de *Saprolegnia*. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Nouvelles recherches sur le système vacuolaire des végétaux. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Différenciation du chondriome et du système vacuolaire chez les végétaux. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

Lewitsky. — Ueber die chondriosomen in Pflanzlichen Zellen. (*Rev. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1911).

— Die chloroplastenanlagen in lebenden und fixierten Zellen bei *Elodea canadensis*. (*Rer. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1912).

— Die vergleichende Untersuchungen über die Chondriosomen in lebenden und fixierten Pflanzenzellen. (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1912).

Luna. — Ricerche sulla biologica dei condriosomi. (*Arch. f. Zellforschung.*, 1912).

Mangenot. — Sur l'évolution des plastes et des mitochondries dans les Fucacées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution des plastes et des mitochondries dans l'oogone des Fucacées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur l'évolution des plastes et des mitochondries dans l'anthéridie des Fucacées. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Sur le chondriome des *Vaucheria*. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

— Sur les formations graisseuses chez les *Vaucheria*. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

— Sur l'évolution des plastes et des mitochondries chez les Floridées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1920).

Mangenot et **Emberger**. — Sur les mitochondries dans les cellules végétales et animales. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

Maximov. — Sur les chondriosomes des cellules vivantes des plantes, (*Anat. Anzeiger.*, 1912).

Meyer (Arthur . — Das chlorophyllkörner. (Leipzig, 1883).

— Die Allinante. (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1916).

Meves. — Die chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen und die Allinante von A. Meyer. (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1916).

Mirande. — Sur la formation cytologique de l'amidon dans l'oogone des *Chara*. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1919).

Mottier. — Les chondriosomes et les primordia des chloroplastes et des leucoplastes. (*Ann. of Botany*, 1918).

— Plastids. (*Ac. of. Sciences Proccedings*, 1918).

Mulon. — Sur la formation du pigment figuré dans la corticale surrénale. (*C. R. Soc. biol.*, 1913).

Pensa. — Osservazione die morphologia et biologie cellulare ne vegetali. (*Arch. f. Zellforschung*, 1913).

Policard. — Sur le rôle du chondriome dans la formation des cristaux intraprotoplasmiques d'hémoglobine dans la cellule hépatique. (*Bibliogr. anat.*, 1912).

Prenant. — Sur l'origine mitochondriale des pigments. (*Soc. biol.*, 1913).

Regaud. — Les mitochondries, organites du protoplasme, considérés comme les agents de la fonction éclectique. (*Rev. de Médecine*, 1911).

Rudolph. — Chondriosomen und Chromatophoren. (*Ber. d. D. Bot. Ges.*, 1912).

Sapehin. — Unters. über die Individualität der Plastide. (*Ber. d. Deutsch, Bot. Ges.*, 1913).

Scherrer. — Die chromatophoren und Chondriosomen von Anthoceros. (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1913 et *Flora* 1914).

Schimper (W.). — Unters. über die Chlorophyllkörner. (*Jahr. f. viss. Bot.*, 1885).

Verne. — Sur la nature du pigment rouge des Crustacés. (*C. R. Soc. biol.*, 1920).

Wagner. — Sur la formation des plastides dans les grains de pollen (*Soc. des Sc. nat. de Kiel*, 1916).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

Les Bactéries ont joué un grand rôle dans la formation des calcaires *algonkiens* de la Cordillère de l'Amérique du Nord, dans l'hypothèse admise par M. Ch. Walcott (1). C'est une question depuis longtemps agitée, mais non résolue, par les géologues que celle de la genèse de ces calcaires algonkiens, parfois très épais : le calcaire de Newland de la *série de Belt* (Montana, U. S.) ne mesure pas moins de 630 m. D'après M. Walcott, ces calcaires se sont déposés dans des bassins ou lacs intérieurs, où la mer n'avait que rarement accès et où la température était assez élevée pour permettre le développement abondant de *Bactériacées* et d'*Algues*, qui furent les agents actifs de la précipitation du carbonate de chaux.

Jusqu'ici cependant on n'a pas trouvé traces de Bactéries dans ces calcaires, mais on y remarque des organismes cellulaires, qui constituent par place des bancs ou des nodules et que M. Walcott considère comme apparentés aux *Cyanophycées*, sans pouvoir les rapporter à des genres ou formes actuels. Ces Algues auraient eu dans ces grands lacs algonkiens le rôle que les *Characées* et les *Cyanophycées* ont actuellement dans la formation de tufs ou de nodules

(1) Ch. Walcott : Pre-Cambrian Algonkian algal flora (*Smithsonian Miscellaneous Collections*, LXIV, N°. 2, pp. 77-156; pl. 4-23, 1914).

calcaires dans le lac de Michigan ou les lacs du Wisconsin, dont M. Davis (1903) a spécialement étudié les dépôts.

L'examen d'un grand nombre de ces organismes thalliformes n'a pu révéler que l'existence de cellules. La classification proposée par M. Walcott ne peut être qu'artificielle ; il distingue des organismes cellulaires massifs (g. *Camasia*), d'autres hémisphériques (g. *Cryptozoon* et genres alliés, *Collenia*, etc.), ou flabelliformes (*Newlandia lamellosa*) ; des organismes à cellules tubuliformes (*Greysonia basaltica*, *Copparia tubiformis*). Les genres *Camasia*. *Newlandia*, *Greysonia* sont représentés dans le *calcaire de Newland* de la *Belt series*. Le genre *Collenia* (anciennement signalé sous le nom de *Cryptozoon*) a été reconnu dans les calcaires de la section précambrienne du Grand Cañon du Colorado (Arizona), dans la coupe du « Camp Creek » sous une épaisseur de 760 m. (Montana), dans la série de Belt (Montana) où il abonde dans des schistes, à 1000 m. environ au-dessus du calcaire noir de Newland. Selon M. Walcott, les vrais *Cryptozoon* n'existent qu'à dater du *Cambrien*. De plus amples détails sur ces organismes thalliformes, qui ont autrefois été classés parmi les *Stromatoporoides*, seront donnés par M. Walcott dans une étude qui aura pour objet les Algues fossiles précambriennes.

M. Twenhofel (1) a de même traité la question de l'intervention des Algues dans la genèse des roches anciennes ; il a décrit une espèce nouvelle de *Collenia* dans la dolomie précambrienne de Kona (région de Marquette, Nord du Michigan) un nouveau genre *Osagia* du Carbonifère supérieur de la région Sud-Est du Kansas et le genre *Ottonosia* nov. gen. du Permien de la même contrée

Les formations par places ferrugineuses de Biwabik (Minnesota), d'âge *huronien* ont fourni une nouvelle espèce de *Collenia* à MM. Grout et Broderick (2).

Dans l'*Algonkien* de Scandinavie, M. Tornebohn avait déjà annoncé la découverte d'Algues dans des calcaires cristallins du lac Grand Arfven (Suède) et de Béri (Norvège) (3).

(1) W. H. Twenhofel : Pre-Cambrien and Carboniferous algal deposits (*Amer. Journal Sc.*, XLVIII, pp. 339-352 ; 5 fig., 1919 .

(2) F. F. Grout and Broderick T. M. : Organic structures in the Biwabik ironbearing formation of the Huronian in Minnesota (*Amer. Journ. Sc.*, XLVIII, pp. 193-205, 1919 .

(3) A. E. Tornebohn (*Geologiska Förhandlingar*, XXXI, p. 725, 1909).

Les schistes du *Cambrien moyen* de Burgess en Colombie britannique, U. S., sont célèbres en géologie par leur riche faune d'invertébrés (*Spongiaires, Annélides, Crustacés*) décrits par M. Ch. Walcott. Ces schistes se sont déposés dans une anse littorale ou dans une lagune en communication avec la mer et où les Algues abondaient. D'après M. Walcott (1), les *Cyanophycées* sont représentées par le genre *Morania*, dont les colonies en chainettes, munis d'hétérocystes, seraient comparables aux *Nostocs* actuels. Dans la famille des *Nostocacées*, l'auteur ne distingue pas moins de dix espèces de *Morania*. Le genre *Marpolia*, dont les thalles filamenteux se divisent sous un angle très aigu et ressemblent à ceux des *Cladophora*, est provisoirement placé dans la même famille. Il est regrettable que l'état de conservation de ces thalles ne permettent pas d'en déceler la structure : ils sont remplacés par une mince pellicule siliceuse, plus ou moins pyritisée, d'un noir brillant. M. Walcott range avec doute parmi les *Chlorophycées* des empreintes d'organes thalliformes, larges et creux, portant les bases coniques d'insertion de ramifications simples ou bifurquées (g. *Yuknessia*). D'autres thalles sont comparés à des *Rhodophycées* actuelles et classés dans des genres nouveaux ; le *Waputikia ramosa*, qui rappelle les *Dasya* par son mode de ramification ; le genre *Dalya* apparenté aux *Halurus* ou à certains *Griffthsia* modernes. Des thalles massifs minuscules, formés d'un lacis de tubes, sont rangés avec doute dans le genre *Sphærocodium*.

Les schistes cambriens de Burgess ne sont pas les seules formations paléozoïques anciennes où l'on ait signalé des *Cyanophycées*, avec assez de vraisemblance, ce semble. Dans le *Silurien inférieur* de Petrograd et d'Esthonie, M. Zalewsky annonçait récemment la découverte d'une Algue *Cyanophycée*, voisine des *Glæocapsa* actuels, le *Glæocapsomorpha prisca* (2). Les thalles de cette Algue ont joué un grand rôle dans la genèse d'un de ces *sapropélites* anciens, dont il sera question dans le chapitre sur la formation des charbons.

Le calcaire *ordovicien* de Trenton (New-York) a fourni un certain

(1) Ch. D. Walcott : Middle Cambrian Algæ (*Smithsonian Miscellaneous Collections*, v. 67, n. 5; Cambrian Geology and Paleontology IV, N. 5, pp. 217-260; pl. 43-59, 1919).

(2) M. D. Zalesski. Sur quelques sapropélites fossiles. *Bull. Soc. Geol. de France*, 4e ser., XVII, pp. 373-379, 1917).

nombre d'Algues à M. Ruedemann (1). L'auteur rapporte à la famille des *Dasycladacées* une Algue verticillée : *Primicorallina trentonensis* With. ; près d'elle il place une Algue rappelant les *Callithamnion* actuels, le *Callithamniopsis delicatula*, du calcaire de Trenton des Glen Falls (New-York) qui contient aussi des thalles d'un genre nouveau *Corematocladus densa* : axes épais, entourés d'une masse dense de ramifications plus ou moins divisées, rappelant à la fois les *Floridées* ou les *Codiacées* actuelles et certaines formes éocènes, les *Oolites*. Dans un travail d'ensemble sur les schistes du *Silurien inférieur* de la vallée de Mohawk, le même auteur (2) décrit sous le nom de *Sphenophycus* (= *Sphenothallus* Hall partim), des empreintes d'Algues, abondantes dans les schistes de Schenectady. Ces empreintes sont flabelliformes, à bord lobé, à surface plissée et striée ; leur vraie nature nous échappe.

A la suite de recherches sur l'origine de certains sédiments paléozoïques de Pensylvanie U. S., M. Th. Brown avait conclu à la présence d'Algues, ressemblant à de gigantesques *Halimeda*, associées aux *Cryptozoon*, depuis le *Cambrien* jusqu'à l'*Ordovicien (Beekmantown)* (3). M. Wieland incline à admettre la nature algaire de ces *Cryptozoon*, qu'il serait plus logique d'appeler dans ce cas des *Cryptophycus* (4). Les *Cryptozoon* ressemblent bien aux *Girvanella* que MM. Rothpletz et Yabe ont placés parmi les *Algues*. De plus dans un spécimen de *Cryptozoon* du *Beekmantown (Ordovicien inférieur)*, M. Wieland a observé de petites sphères ressemblant à des oogones et disposées régulièrement dans des cavités qu'il compare à des conceptacles d'algues. Par assimilation le *Cryptozoon Bassleri* n. sp. du *Conococheage supérieur (Ozarkien moyen* ou *Cambrien supérieur* des géologues européens (5)) serait également de nature algaire.

(1) R. RUEDEMANN : Some marine algæ from the Trenton limestone of New York. (*Bull. New York State Museum* 133, pp. 191-210 ; pl. I-III, 1909).

(2) R. RUEDEMANN : The lower Siluric shales of the Mohawkvalley. (*Ibid.*, *Bull.* 162, pp. 73 75 ; pl. I au fig. 4-6, 8-10 ? 1912).

(3) Th BROWN : Notes on the origin of certain paleozoic sediments... (*Journ. Geol.*, XXI, N° 3, pp. 232-250, 1913).

(4) G R. WIELAND : Further notes on Ozarkian seaweeds and oolites (*Bull. American Museum Nat. History*, XXXIII, art. XIX, pp. 237-260; pl. XIV-XIX ; fig. 1 and 2 ; 1914).

(5) Cf. Ch. SCHUCHERT : The delimitation of the geologic periods illustrated by the paleogeography of North America (*Compte-rendu Congrès Géol. internat.*, XII^e sess., Canada; p. 588, 1913).

Mais le départ ne paraît pas facile à faire entre ces organismes et les *Stromatoporoides* et il semble utile que ces spécimens soient soumis à la critique de spécialistes dans l'étude des *Hydrozoaires*, des *Coraux* et des *Algues*. Les formations *ozarkiennes* sont aussi remarquables par la présence d'oolithes calcaires et siliceuses. M. Wieland souligne l'absence des Algues dans l'intérieur des oolithes siliceuses ; ces organismes ne sont donc pas constructeurs d'oolithes, quoiqu'ils aient pu intervenir pour une part dans les changements chimiques qui ont accompagné la genèse des oolithes.

Il en est de même, d'après M. L. Cayeux, des minerais de fer oolithique, d'âge *silurien* ou *dévonien*, de France (1). Les Algues calcaires du genre *Girvanella* sont fréquentes dans les minerais de fer siluriens de la Ferrière-aux-Etangs (Orne) et d'autres gisements. Ces tubes minuscules, cylindriques, contournés, représentent des Algues perforantes et destructives et non des organismes constructeurs d'oolithes, comme le pensait M. Wethered (2). Mme Paul Lemoine admet aussi que les *Girvanella* sont des Algues perforantes, qui auraient cependant facilité par leur présence la précipitation du calcaire autour de nucléus préexistants (3).

M. Leclerc a également attiré l'attention sur les minerais de fer de l'Ouest de la France (4). Il a signalé dans ces minerais de fer des filaments algaires, analogues aux *Crenothrix* actuels et même des *Bactéries*. Le rôle de ces Algues aurait été de fixer l'oxyde de fer. De plus le même observateur a reconnu l'existenee de ces filaments algaires dans certaines roches primaires de la Mayenne et de la Loire-Inférieure, malgré le métamorphisme qu'elles ont subi par suite de l'injection de roches volcaniques.

(1) L. Cayeux : Les minerais de fer oolithiques primaires de France. (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., X, p. 535, 1910). — Les Algues calcaires du groupe des *Girvanella* et la formation des oolithes. (*C. R. Ac. Sc.*, CL, pp. 359-362, 7 février 1910). — Existence de nombreuses traces d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithique de France (*C. R. Ac. Sc.*, CLVIII, p. 1539, 1914).

(2) E. B. Wethered : The formation of oolite (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LI, p. 205, 1895).

(3) Mme Paul Lemoine : Les Algues dans la formation des dépôts calcaires (*Rev. génér. des Sc.*, p. 649, 30 août 1911).

(4) A. Leclerc : Sur la genèse des minerais de fer sédimentaire (*C. R. Ac. Sc.*, CLVI, pp. 1115-1117, 7 avril 1913). — Les minerais de fer du Maine (*Bull. Soc Agr. Sc. et Arts de la Sarthe*, 8 pp., in-8°, Le Mans, 1913). — Existence d'Algues fossiles microscopiques dans les masses gneissiques, granitoïdes et porphyroïdes (*Ibid.*, 1913, 4 p.).

M. Aug. Rothpletz, qui avait déjà publié en 1908 un mémoire sur les Algues et les Hydrozoaires du *Silurien* de Gotland et d'Oesel (1), est revenu sur ce sujet, pour préciser les affinités des organismes décrits et ajouter de nouveaux genres et espèces (2). Les Algues calcaires *Siphonales* sont représentées par le genre *Solenopora* avec les espèces *S. compacta* Billings, *S. filiformis* Nich., *S. gothlandica* Rothpletz ; par le nouveau genre *Hedstroemia* à comparer aux *Halimeda* actuels, avec deux espèces *H. halimedoida* et *H. bifilosa* ; enfin par le genre *Sphærocodium*, dont deux espèces *S. gothlandicum* et *S. Munthei*. Le groupe des *Siphoneæ verticillatæ* est représenté par les genres *Vermiporella* et *Rhabdoporella*, ce dernier genre compte deux espèces nouvelles qui n'ont été trouvées qu'à la base du *Silurien supérieur* de Gotland. Le professeur Rothpletz consacre aussi quelques pages à la question des oolithes, englobées par les *Sphérocodiées*, et dont l'origine inorganique ne lui paraît pas évidente.

M. E.-J. Garwood et Miss Goodyear (3) ont reconnu l'existence d'un faciès spécial du calcaire *gothlandien* de Woolhope (4), dans le Radnorshire (Angleterre). Des Algues calcaires (*Sphærocodium gothlandicum* Rothpletz) incrustent fréquemment les branches des Bryozoaires de ce calcaire et les *Solenopora* y forment des nodules Le *Solenopora gracilis* n. sp. est remarquable par le caractère massif de son thalle et par la faible taille de ses cellules (17 μ). Sur des coupes longitudinales des thalles, ces auteurs ont observé les mêmes particularités de forme que M. Rothpletz (5) avait déjà signalées dans le *S. gothlandica* et qui indiquaient, d'après lui, l'emplacement des sporanges. M. Garwood et Miss Goodyear attribuent ces détails à des phénomènes chimiques de dissolution.

(1) A Rothpletz : Ueber Algen und Hydrozoen im Siiur von Gotland und Oesel. *Kungla Svenska Vetenskapsakademiens handlingar*, Bd. XXXIV, n° 5 ; Stockholm, 1908.

(2) A. Rothpletz : Ueber die Kalkalgen, Spongiostromen und einige andere Fossilien aus dem Obersilur Gottlands. *Sveriges Geol. Unders.*, Ser. Ca, n° 10; 57 pp ; 9 Taf. 1 Karte. Stockhom 1914. — Compte-rendu critique de H. Munthe in *Geologiska Föreningens Stockholm Förhandlingar*, XXXVI. Hft. 2 ; s. 174-177, 1914.

(3) E. J. Garwood and Edith Goodyear : On the geology of the Old Radnor District, with special reference to an algal development in the Woolhope limestone. (*Quart. Journ Geol, Soc.*, LXXIV, pt. I, pp 2-29 ; pl. I VII, 1919).

4 Id. (*Ibid.*, p 16; pp 27, 28, pl. VI).

(5) Rothpletz : Ueber die Kalkalgen aus dem Obersilur Gotland's. (*Sver. Geol. Undersökn.* N° 10. p. 7, 1913).

La fréquence des Algues calcaires à différents niveaux du paléozoïque, l'importance de leur rôle dans la formation de certaines roches, ont été mises en évidence par M. Garwood dans plusieurs articles synthétiques (1). D'après ce savant, le *Solenopora compacta* s'est développé abondamment durant le *Llandeilo-Caradoc*, non seulement dans la province baltique, mais en Grande-Bretagne et au Canada. Vers la fin de l'*Ordovicien* les *Rhabdoporella* acquièrent un développement remarquable dans la Baltique.

Le genre *Solenopora* ressemble par la structure aux *Mélobésiées* tertiaires et actuelles. L'hypothalle (faux-tissu de base) du *Solenopora spongioïdes* du *Silurien* de la Baltique a été spécialement étudié par M. Rothpletz (2) et paraît rappeler l'hypothalle des *Lithothamnium*. Nous empruntons ces observations à Mme Lemoine qui a entrepris depuis plusieurs années la revision et la classification des *Corallinacées* fossiles (3).

Se basant sur l'examen du périthalle (tissu qui apparaît après l'hypothalle et s'accroît durant la vie de l'Algue), Mme Lemoine distingue deux groupes parmi les *Solenopora* : l'un qui rappelle la structure des *Lithothamnium* (*S. filiformis* Nich., de l'*Ordovicien* d'Ecosse et du *Gothlandien* de l'ile Gothland ; *S. nigra* Brown. de l'*Ordovicien* de la Baltique ; *S. spongioides* Dybowski) ; l'autre groupe, dont les périthalles montrent des rangées cellulaires bien nettes, comprend le *S. lithothamnioides* Brown. de l'*Ordovicien* d'Ecosse, *S. gothlandica* Roth. du *Gothlandien* baltique et le *S. Garwoodi* Hinde du *Carbonifère* anglais.

(A suivre)

(1) E. J. Garwood : On the important part played by calcareous algæ at certain geologic horizons, with special reference to the palæozoïc rocks *Geological Magazine*, N. S., Dec. V, vol. X, N° 592, oct. 1913. pp. 440-446 ; N° 593, nov. 1913, pp. 490-498 ; N° 594, déc. 1913 ; pp. 545-553) — (*British Assoc. Adv. Sc.* Sect. C. Birmingham, Presid. Address, pp. 453-471, 1913).

(2 Rophtletz : Ueber Algen und Hydrozoen im Silur von Gotland und Œsel (*Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar*, XLIII, N° 5, 25, S. ; 6 Taf , 1908 — Ueber die Kalkalgen, Spongiostromen und einige andere Fossilien aus dem obersilur Gotlands (*Sveriges geologiska Unders.*, Sér. C, N° 10, 58 p., 9 pl., 1 carte, 1913).

(3) Mme Paul Lemoine : Structure anatomique des Mélobésiées. Application à la classification (*Ann. Inst. Océanogr. de Monaco*, II, fasc. I, 215 pp., 105 fig., 5 pl. 1911). — Le rôle des algues dans la formation des dépôts calcaires (*Rev. Gén. des Sciences*, 30 août 1911, pp. 645-650, 3 fig.). — Contribution à l'étude des Corallinacées fossiles (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t. XVII, pp. 233-283, 23 fig., 1917).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

AMMANN, ARIBERT, CHALOT, DENIS et VIDAL. — **« *Papyrus* » et papier de « *Papyrus* ».** (Larose, éditeur, 11, rue Victor Cousin, Paris).

L'Agronomie coloniale, (Bulletin mensuel du Jardin colonial), à publié sous ce titre de novembre 1920 à février 1921, toute une série de documents sur le *Cyperus Papyrus*. Ces documents sont aujourd'hui rassemblés en une brochure, avec une préface de M. Prudhomme, Directeur du Jardin colonial. Afin de faire mieux apprécier les qualités du papier qu'on pourrait obtenir avec le *Papyrus*, les auteurs ont eu l'heureuse idée de faire imprimer plusieurs centaines d'exemplaires de leur travail sur un papier contenant 80 °/₀ de cellulose de *Cyperus Papyrus*; ce papier a été fabriqué, par l'Ecole de Papeterie de Grenoble, au moyen de tiges sèches de plantes provenant de l'Afrique Equatoriale française. En même temps, une gravure hors-texte, représentant un papyrus ancien des collections du Musée du Louvre, a été tirée sur papier de Papyrus pur, c'est-à-dire préparé uniquement avec de la cellulose de *Cyperus Papyrus*.

Ce travail comprend :

1° Un exposé des besoins de la France en pâtes de cellulose, par M. Ch. Chalot, Chef de service au Jardin colonial. Un coup d'œil sur les chiffres donnés dans cet exposé montre au lecteur quelles sommes considérables nous devons payer à l'étranger pour l'importation de pâtes de papier, alors que nous possédons, en plusieurs points de nos colonies, d'immenses réserves de cellulose, en particulier de cellulose de *Cyperus Papyrus*, qui peuvent être exploitées dès maintenant.

2° Une note historique et botanique sur le *Cyperus Papyrus*, par M. M. Denis, Chef de travaux à l'Ecole Supérieure d'Agriculture coloniale. Après avoir fait, d'une manière très précise, l'étude systématique, botanique et géographique de la plante, l'auteur donne d'intéressants détails sur les usages du Papyrus dans l'antiquité, et sur les procédés employés pour l'utilisation de cette plante par les Anciens Egyptiens, dix-huit siècles avant notre ère.

3° Des renseignements de M. Chalot sur le Papyrus au Congo français. Là encore, le lecteur peut se rendre compte de la richesse latente qu'offre pour la France ces immenses peuplements de Papyrus, homogènes, étendus, et qui, la plante étant vivace, se renouvellent d'eux-mêmes après la coupe; il est de plus intéressant de constater, comme le fait M. Chalot, que certains de ces peuplements sont facilement accessibles par eau, ce qui est à considérer dans un pays encore dépourvu de voies de communication.

4° Un travail de recherches sur la pâte à papier de Papyrus, par M. Ammann, Ingénieur agronome, chef du service chimique au Jardin colonial. Le Papyrus à l'avantage de pouvoir se traiter facilement, et, le lessivage à la soude n'offrant pas de difficulté, M. Ammann conclut de ses recherches qu'il serait possible, dans la colonie, d'effectuer un premier traitement des fibres de Papyrus; ce premier traitement sur place offrirait deux avantages : en premier lieu, les tiges de Papyrus étant très volumineuses, on a tout intérêt à les réduire en pâte chimique sèche avant le transport : en second lieu, il est préférable d'opérer le lessivage sur la substance n'ayant pas été desséchée. La pâte obtenue après ce premier traitement pourrait être alors expédiée en Europe pour y subir le traitement complémentaire, ou bien être transformée sur place en papiers d'emballage, qui, pour certaines raisons de composition et de traitement exposées par l'auteur, offriraient une résistance remarquable.

5° Une étude sur le traitement du Papyrus par MM. L. Vidal et Aribert, Professeurs à l'Ecole française de papeterie. Des essais de laboratoire ont conduit les auteurs à dresser le schéma d'un traitement industriel qui semble apte à donner toute satisfaction : le papier blanc de Papyrus pur, ainsi obtenu, est souple, très fin, et se satine facilement ; sa ténacité est remarquable. Des essais effectués avec la même pâte mélangée d'un peu de chiffon ou de cellulose de bois ont été également satisfaisants.

MM. Vidal et Aribert ont de plus étudié la micrographie de la cellulose de Papyrus et en tirent des déductions relatives à la ténacité des fibres et à la facilité de certaines opérations industrielles, telles que le défibrage par exemple.

Les auteurs terminent en exposant comment on peut, dès à présent, penser à organiser l'exploitation du Papyrus, et quels avantages on retirerait de cette exploitation.

Enfin, cette brochure contient une annexe relative à la réglementation locale concernant le Papyrus en Afrique Equatoriale française, ainsi que d'excellentes appréciations de l'imprimeur et du graveur sur le papier de Papyrus.

DENISE KOHLER

V. C. ALEXANDROFF. O. G. ALEXANDROVA ET A. S. FIMOFEJEFF. — **L'arrivée de l'eau dans la feuille et son influence sur la structure.** (Travail du laboratoire de Physiologie du Jardin Botanique de Fifliss).

L'influence des facteurs météorologiques sur les modifications quantitatives des éléments anatomiques des organes des plantes, surtout des feuilles, a été démontrée par Salensoy.

Si l'intensité de facteurs, tels que la lumière, la température du sol et de l'air, l'humidité du sol et le degré de sécheresse de l'air, est uniforme, on constate avec netteté le rôle que joue encore un facteur important de de la morphogenèse, à savoir la facilité de l'arrivée de l'eau dans la feuille dépendant de la disposition de cet organe le long de la tige.

Les plantes qui ont servi aux expériences sont *Bryonia dioica Jacq.* ombrophile, et *Ipomea purpurea Roth.* hétiophile ; toutes deux plantes grimpantes.

On coupait tous les bourgeons sauf celui du sommet en éliminant de ce chef le processus de ramification, la tige continuant à s'allonger. La végétation une fois partie, on coupait à plusieurs reprises toutes les feuilles à partir de la base, sauf la dernière développée au sommet. La feuille qui restait et celles qui apparaissaient ultérieurement se développaient avec une arrivée d'eau plus facile que celles qu'on avait éliminées.

On a ainsi constaté un changement dans les éléments anatomiques de ces feuilles ; une fois devenues adultes, ces feuilles différaient de celles qu'elles avaient remplacées et ressemblaient à celles de la base. Le nombre des stomates et des cellules en palissade diminuait, mais leur dimension augmentait par rapport à celles qu'elles avaient remplacées ; les coefficients d'assimilation et de circulation du gaz varient peu.

Sur *Ipomea purpurea* on a en outre fait une constatation intéressante, Pendant la saison chaude, les feuilles de la base jaunissaient, devenaient sèches et périssaient, surtout dans les parties situées entre les nervures, régions mal irriguées. Les parties avoisinant les nervures étaient vertes. Le vieillissement et l'infection de la plante étaient exclus.

Etant donné que les feuilles supérieures continuaient à se développer très bien, les auteurs étaient amenés à admettre que le mécanisme de l'irrigation dans cette plante était tel, que les feuilles supérieures absorbaient l'eau avec plus de facilité et même quelquefois aux dépens des feuilles inférieures.

Si on isole les feuilles de différents étages chez le Tournesol, dans une enceinte parcourue par un courant d'air, on constate, que la feuille de l'étage supérieur transpire plus fortement que celles des étages inférieurs.

D'autre part l'intensité de surface de la feuille résultant de la photosynthèse, augmente avec l'élévation de la situation de la feuille sur la tige.

On peut admettre que sur une plante, toute feuille présente par rapport à celles qui sont situées à des niveaux inférieurs, un système travaillant plus énergiquement, toutes autres conditions égales d'ailleurs.

Eudoxie BACHRACH

Nemours.— Imp. André LESOT. *Le Gérant :* Emile MICHAUDON.

L. DANIEL, phot.

Asphodelus luteus *et* Asphodelus luteoides.

1

2

3

4

L. Daniel, phot.

Asphodelus luteus.

L. Daniel, phot.

Asphodelus lutoides *et* Asphodelus luteus.

P. Marty, del. Brun et Cᵉ, sc.

Flore fossile de Varennes.

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

DU

VEXIN FRANÇAIS

par M. Pierre ALLORGE

INTRODUCTION

Des différents « pays » qui forment, dans le Bassin de Paris, ce qu'on est convenu d'appeler la Région parisienne, les uns, comme la Brie, la Beauce ou le Vexin normand, présentent une topographie et une structure géologique relativement simples, les autres, au contraire, se font remarquer par la complexité des terrains qui les constituent et la variété de leur relief : à côté du Hurepoix ou du Pays de Bray, c'est parmi eux qu'il faut placer le Vexin français.

Toute étude de Géographie botanique portant, comme celle-ci, sur un territoire d'étendue restreinte, situé en plaine et non maritime, comporte des difficultés réelles quant au groupement naturel des unités phytogéographiques : ici, en effet, les facteurs climatiques essentiels — régime des pluies, température ou altitude — ne peuvent entrer en ligne de compte pour l'établissement d'étages de végétation ou d'horizons botaniques. Et, si la considération attentive de ces facteurs peut servir à comparer notre dition (1) aux régions voisines, leurs variations à l'intérieur de cette dition — en prendrait-on les points extrêmes — sont presque toujours trop faibles pour expliquer à elles seules les différences floristiques et écologiques (2).

1) Ce mot est employé ici comme synonyme de territoire.

2) Dans ce travail, le terme écologique sera employé dans le sens trop général qu'on lui a voué au Congrès de Botanique de Bruxelles : il est en effet regrettable de dire, d'une part, caractères écologiques de telle ou telle station, et, d'autre part, caractères écologiques de telle ou telle espèce. P. Jaccard [103] avait justement proposé de réserver le mot écologie à la station, ce qui satisfait à l'étymologie, et de garder le mot biologie pour la plante. Si ce terme de biologie semble trop compréhensif, on pourrait dire *éthologie* comme le fait J. Massart [170] ou mieux encore *épharmonie* (Vesque et auct. plur.).

Comme tout le Bassin de Paris et, plus généralement, les plaines de l'Europe occidentale, la petite circonscription territoriale étudiée dans ce Mémoire est depuis longtemps intensivement cultivée et si la flore y a gardé une richesse relative par rapport à d'autres régions du Nord de la France, c'est aux caractères généraux énoncés au début de ces pages qu'il faut l'attribuer : en effet, les nombreuses petites vallées qui découpent le pays, les hautes buttes humides et boisées qui couronnent les plateaux, les abrupts de la craie et du calcaire grossier, constituent des ensembles stationnels qui ont le mieux conservé la végétation primitive, leur mise en culture n'ayant été que partielle, temporaire ou même nulle.

Du reste, quelle que soit l'importance attribuable à l'influence de l'homme — et elle est considérable sans doute — il ne faut cependant pas tout lui rapporter dans les modifications constatées ; même lorsque son industrie crée des stations nouvelles, beaucoup de celles-ci présentent la même végétation que les stations naturelles analogues et l'évolution s'y fait suivant les mêmes lois et dans le même sens. Nous pourrions citer, comme exemple particulièrement intéressant, les mares siliceuses des plateaux meuliers : ce sont d'anciennes exploitations de meulière qui se peuplent d'une végétation très spéciale, évoluant d'un groupement hygrophile à un groupement mésophile en passant par un stade de haute-tourbière.

Entre un cas de ce genre où l'homme agit seulement comme cause topographique initiale et celui des cultures sarclées où son action est continue, on peut placer toute une série de termes de plus en plus sous sa dépendance et, partant, de plus en plus artificiels.

Des caractères généraux que l'on peut dès maintenant assigner au Vexin français, diversité topographique et édaphique et grande extension des cultures, on conclura facilement à la multiplicité des stations et à leur étroite juxtaposition ; et si ces attributs sont également ceux d'une bonne partie de la Région parisienne, ils acquièrent ici, semble-t-il, une netteté particulière. C'est ainsi que l'on rencontre sur des aires peu étendues, et parfois côte à côte, des landes humides à *Erica Tetralix* et des pelouses à *Sesleria cærulea*, des tourbières calcaires à *Schœnus* et *Liparis Lœselii* et des talus à *Fumana procumbens*, des aulnaies à *Impatiens Noli-tangere* et des sables à *Spergula pentandra*, des bois tourbeux à *Sphagnum Russowii* et des rochers calcaires à *Grimmia orbicularis* et *Pleuro-*

chæte squarrosa, tous groupements à caractères écologiques contrastants, d'extension géographique différente et dont la persistance sous les mêmes conditions climatiques générales ne peut être rapportée qu'aux facteurs édaphiques et physiographiques locaux.

* * *

Depuis une dizaine d'années, la géographie botanique du Bassin de Paris a donné lieu à plusieurs travaux d'importance inégale : c'est ainsi que H. Humbert [137], M. Debeaupuis [81], P. Allorge [2], E. Champagne [58], F. Evrard [98], ont étudié la basse vallée de la Mauldre, la forêt de Compiègne, les hauteurs de l'Hautie, les confins du Soissonais, du Tardenois et de la région rémoise, le Gâtinais français. Enfin, dans une monographie très importante récemment parue, J. Laurent [161], le regretté botaniste rémois, a réuni les observations qu'il a faites pendant une vingtaine d'années sur la Champagne crayeuse. Lorsque sera terminé le travail de R. Gaume sur la Brie, la partie orientale de la région parisienne sera presque entièrement connue ; la partie occidentale l'est beaucoup moins et c'est ce qui peut justifier certains développements géographiques consignés plus loin.

Bien qu'il comprenne, dans ses limites ou à ses confins, des localités classiques comme Mantes, Vernon, l'Isle-Adam, Marines etc., souvent visitées des botanistes parisiens ou normands, le Vexin français est relativement peu fréquentépar rapport aux environs de Rambouillet, de Fontainebleau ou de Beauvais et cependant lesplantes intéressantes, pourêtre plus localisées, n'y sont pas moins nombreuses.

Les premières indications floristiques se trouvent dans le *Botanicon parisiense* de Sébastien Vaillant [231]. Vexinois de naissance, il avait herborisé aux environs de Vigny, sa ville natale, et de Triel; les plantes qu'il y trouvait voilà plus de deux siècles s'y rencontrent encore, telles *Pilularia globulifera*, *Litorella lacustris*, *Helosciadium inundatum* « autour des mares de l'otie » ou *Iris fœtidissima* et *Gentiana Cruciata* dans le parc de Vigny. Thuillier [227], Mérat [173-174], Chevallier [62] mentionnent quelques-unes des espèces classiques de Mantes et de Vernon.

Dans leurs différentes publications sur la flore parisienne, Cosson et Germain [71-76] citent un nombre assez considérable de localités vexinoises, dues principalement à l'abbé Bouteille et à V. Granget

(environs de Magny-en-Vexin), à Beautemps-Beaupré (environs de Mantes), à A. Passy (environs de Gisors), à de Schœnefeld.

Graves, dans son Catalogue [125], donne de nombreuses et sûres indications sur le Nord du Vexin d'après deux de ses correspondants, Daudin (environs de Méru) et Frion (environs de Chaumont-en-Vexin). H. Rodin [206-207], son continuateur, n'inspire pas la même confiance, et plusieurs des plantes citées par lui doivent être considérées comme douteuses pour la région (*Orobus niger*, *Laserpitium latifolium*, *Gentiana amarella*). Parmi les botanistes déjà anciens qui ont laissé d'autres renseignements, il faut encore nommer Brisout de Barneville dont les notes contiennent quelques localités intéressantes des environs de Poissy [32-40].

Plus récemment, je signalerai les notes de Boudier et E.-G. Camus sur la vallée du Sausseron [21, 44-49], le petit Catalogue de E. Rousse [208] (1) et celui de l'abbé Toussaint et J.-P. Hoschedé [229] sur les environs de Vernon et de la Roche-Guyon. Pour être complet, il y aurait encore à citer diverses notes moins importantes ou des travaux se rapportant moins directement à la région : on les trouvera à l'index bibliographique.

J'ai complété cette documentation par l'examen d'un certain nombre d'herbiers : Herbier du Muséum de Paris, Herbier Cosson, Herbier Mesnil à Mantes, Herbier Bouteille à Magny, Herbier Daudin à Chavençon, Herbier Jaubert à Arthies.

J'ai retrouvé la presque totalité des plantes signalées ; parmi celles que je n'ai pas constatées sur place — une cinquantaine environ — j'ai seulement tenu compte des espèces représentées par des échantillons authentiques ou dont l'inventeur méritait confiance. Toutefois, je n'ai pu, en général, les faire figurer dans les listes d'associations faute de renseignements sur leur valeur sociologique (2).

Voici, du reste, la liste des plantes vasculaires indiquées dans ce territoire ou sur ses limites, et que je n'ai pas rencontrées :

(1) A côté d'indications exactes, ce catalogue en renferme un certain nombre qui paraissent reposer sur des erreurs de détermination ou des confusions de localités : ainsi, par exemple, *Ranunculus Lingua* et *Peucedanum Oreoselinum* mentionnés comme sont très rares ou nuls.

(2) Ce terme de *sociologie* proposé et adopté par plusieurs géobotanistes suisses et suédois convient parfaitement pour désigner l'étude des associations végétales en elles-mêmes, dans leur composition et leur morphologie (189 bis, 213, 213 bis), le mot synécologie, plus général, s'appliquant à l'analyse des rapports qui unissent les associations au milieu.

Lycopodium Selago. — Serans (A. L. de Jussieu) ; Neuville-Bosc (Herb. Daudin.)

Polystichum cristatum. — Arronville (communication orale de M. de Vergnes d'après un renseignement inédit).

Alisma natans. — Vaudancourt (H. Rodin).

Eriophorum gracile. — Arronville (Boudier et E. G. Camus).

Scirpus triqueter. — Amblainville (Graves) ; Port-Villez (Toussaint et Hoschedé).

Carex arenaria. — Chaumont-en-Vexin (Frion) ?

C. limosa. — Vesly (Chesnon) ? Indication très douteuse comme la plupart des renseignements dus à ce botaniste.

C. montana. — Mantes (Cosson et Germain) ?

Ornithogalum nutans. — Gisors (Chesnon)

Phalangium Liliago. — Vernon (Chesnon, E. Niel) ?

Orchis coriophora. — Limetz (Thiébaut).

Urtica pilulifera. — Meulan (Mesnil).

Rumex scutatus. — Le Bellay (Bouteille) ; Vélannes-la-Ville près Magny (Granget).

Polygonum Bellardi. — Marines (P. de Bretagne).

P. Bistorta. — Gisors (E. Niel).

Trifolium aureum. — Cresnes près Neuville-Bosc (Jeanpert).

Spergula Morisonii. — Mantes (Chatin) ? C'est plutôt *S. pentandra* qui existe effectivement aux environs de Mantes : Butte-Verte ! Guernes !

Arenaria montana. — Mantes (Thuillier) ?

Silene noctiflora. — Freneuse (de Schoenefeld).

Cucubalus baccifer. — Fosseuse H. Rodin ; la Roche-Guyon (E. Rousse).

Anemone ranunculoides. — Parc de Balincourt (Boudier et E. G. Camus).

Corydallis solida. — Environs de Chaumont-en-Vexin (Frion).

Erucastrum obtusangulum. — Gisors (de Brébisson).

Reseda Phyteuma. — Champagne (E. G. Camus).

Orobus niger. — Bois montueux entre Amblainville et Méru (H. Rodin) ?

Polygala amara. — Vaux près Champagne (E. G. Camus).

Viola rothomagensis. — Mantes (Thuillier, Mérat).

Isnardia palustris. — Giverny (Chatin, Jeanpert).

Orlaya grandiflora. — Méru, Trie-Château (H. Rodin).

Peucedanum palustre. — Trie-Château (H. Rodin).

P. Oreoselinum. — Chaumont-en-Vexin (H. Rodin) ; la Roche-Guyon (E. Rousse : en cette dernière localité, il s'agit sans doute de *Libanotis montana.*

Cicuta virosa. — Ferme de Brunel près Mantes (Lepeletier de Saint-Fargeau) ; marais près de Bézu (E. Rousse). *Conium maculatum* existe seul dans cette localité.

Laserpitium latifolium. — Bois d'Amblainville (H. Rodin ?

Trinia vulgaris. — La Roche-Guyon (E. Rousse ?

Œnanthe pimpinelloides. — Méru (H. Rodin ?

Oxycoccos palustris. — Gisors (E. Niel) ?

Lysimachia thyrsiflora. — Arronville (aurait été aperçu par E. G. Camus).

Cicendia pusilla. — Serans (Frion).

Gentiana amarella. — Environs de Chaumont-en Vexin (H. Rodin) ? Il s'agit, sans nul doute, de *G. germanica.*

Cuscuta Epilinum. — Halincourt (Frion) ; Parnes, Magnitot (Bouteille) ; Cléry-en-Vexin (Granget).

Gratiola officinalis. — Gisors (E. Niel).

Sibthorpia europæa. — Mantes (Thuillier) ?

Phelipæa ramosa. — Seraincourt (Gillon) ; Freneuse, la Roche-Guyon E. Rousse).

Ph. arenaria. — Osny (C. de Chambine).

Orobanche Picridis. — Tourly (E. G. Camus).

Cirsium bulbosum. — Gisors (E. Niel) C'est plutôt la variété poiycéphale du *Cirsium anglicum* (= var. *ambiguum* Rouy).

Senecio adonidifolius. — Collines de Neuville-Bosc (Graves ?

Inula graveolens. — L'Hautie près Triel (Mesnil).

J'ai limité mes recherches détaillées aux Plantes vasculaires et aux Bryophytes. Grâce aux travaux de MM. F. Camus [50-54], Dismier [84-92], Ch. Douin [93], Toussaint et Hoschedé [230], Jeanpert [142-144] et à ceux, plus anciens, de Roze et Bescherelle [211-212] et de Graves [125], la flore bryologique des environs de Paris est bien connue dans son ensemble, mais plutôt inégalement : c'est ainsi que le petit territoire étudié ici était à peu près inconnu sous ce rapport, et que j'ai pu y rencontrer un nombre important d'espèces intéressantes (1) signalées dans plusieurs notes récentes [4, 6, 7].

Les listes d'Algues que j'ai constituées apporteront une contribution notable à la flore algologique de la région parisienne, très délaissée à ce point de vue : les données antérieures se réduisent, en effet, en dehors des exsiccata, aux travaux de P. Petit [192-194] et à quelques notes moins importantes [9, 57, 82, 175].

Pour les Lichens, j'ai dû me borner à citer quelques espèces importantes des rochers calcaires et des bruyères. Quant aux Champignons, ils ont été presque entièrement laissés de côté.

* * *

Eu égard au nombre considérable des noms d'espèces cités dans cette étude, je n'ai pas fait figurer les noms d'auteurs.

La nomenclature des différents groupes a été empruntée aux ouvrages suivants :

(1) Je citerai seulement ici celles qui n'avaient pas encore été rencontrées dans le rayon de la flore parisienne : *Preissia commutata, Haplozia lanceolata, Plagiochila asplenioides* c. sp., *Calypogeia suecica, Odontoschisma denudatum, Sphagnum Warnstorfii, S. laricinum, Rhacomitrium aciculare, Calliergon Richardsoni, Brachythecium Mildeanum.*

Lichens. F. Harmand, *Lichens de France*, Paris 1905-1913 (en cours de publication).

Myxophycées, Flagellés. E. Lemmermann, *Algen*, *in* Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Leipzig 1910.

Desmidiées, M. C. Cooke, *British Desmids*, Londres, 1887 et W. West et G. S. West, *British Desmidiaceæ*, Londres 1904-1912 (en cours d'achèvement).

Diatomées, Chlorophycées, etc. A. Pascher, *Die Susswasserflora Deutschlands, Œsterreichs und der Schweiz*, Jena, 1913-1916 (en cours de publication).

Characées. P. Hy, *les Characées de France*, Bull. Soc. bot. Fr., LX, mémoire 26, 1913.

Hépatiques. N. Boulay, *Muscinées de la France*, 2e partie, *Hépatiques*, Paris 1904.

Sphaignes. E. Russow, *Zur Kenntniss der Subsecundum- und Cymbifolium-gruppe europæischer Torfmoose*, Arch. für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, 2e Serie, X, 1894.

Mousses. V. Brotherus, *Musci*, *in* Engler und Prantl, Pflanzenfamilien, 1901-1910.

Plantes vasculaires. Coste, *Flore de France*, Paris 1901-1905.

* * *

Le premier chapitre de cette monographie est un exposé d'ensemble où sont décrits les traits physiographiques et géologiques généraux du territoire étudié : dans une région aussi connue que le Bassin de Paris, de longs développements sur ces questions paraîtraient superflus ; il en est de même pour ce qui regarde le climat.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des groupements végétaux. Il comporte deux parties : l'une générale, où sont exposées et discutées les méthodes et la terminologie phytogéographiques que j'ai adoptées, l'autre spéciale, comportant l'analyse détaillée des associations.

Quelques remarques générales sont présentées dans le troisième et dernier chapitre : les unes sur la valeur et la distinction des unités phytogéographiques dans une région très cultivée, les autres sur l'évolution et les rapports génétiques des associations, d'autres enfin sur les caractères botaniques du Vexin français par rapport aux « pays » limitrophes.

Avant de commencer l'exposé de ce travail, je veux remercier tous ceux dont les conseils ou la complaisance m'ont permis de le mener à bonne fin :

mon maître, le Professeur Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, qui m'a toujours encouragé et m'a témoigné la plus grande bienveillance ;

les Professeurs Lecomte et Mangin, Membres de l'Institut, pour le cordial accueil qu'ils m'ont réservé au Muséum ;

mon ami, M. René Viguier, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen, pour ses avis éclairés et dévoués ;

M. le Docteur Camus, Assistant au Muséum, et M. Ed. Jeanpert, Conservateur de l'Herbier Cosson, qui ont facilité ma tâche dans les questions de systématique ;

MM. Ch. Douin et Dismier qui ont bien voulu revoir ou déterminer une partie de mes récoltes bryologiques ;

M l'abbé Frémy, Professeur à l'Institut libre de Saint-Lô, pour la détermination d'Algues d'eau douce du groupe des Myxophycées ;

M. P.-H. Fritel, Assistant au Muséum, à qui je dois les excellentes figures des types biologiques ;

MM. l'abbé Toussaint et L. de Vergnes pour l'amabilité avec laquelle ils m'ont transmis des renseignements inédits sur les environs de Vernon et la vallée du Sausseron ;

MM. Boivin, Branchu, Denise, Lamouroux, feu Pottié, instituteur à Wy-dit-Joli-Village, Guiry, Chavençon, Delincourt, Lainville pour diverses communications ;

M. le directeur des Contributions Directes à Versailles qui m'a autorisé à prendre copie de plusieurs plans cadastraux ;

tous ceux qui m'ont adressé ou communiqué leurs travaux, plus spécialement le Professeur Flahault, le Dr J. Braun-Blanquet, de Zürich, et le Professeur C. Raunkiær, de Copenhague, qui ont accompagné leurs envois de renseignements précieux ; en outre, Miss Marietta Pallis (Liverpool), Dr. Brockmann-Jerosch (Zürich), Prof. F.E. Clements (Minneapolis), Dr. F. Evrard (Paris), Dr. E.-P. Farrow (Spalding, Angleterre), Dr. E. Furrer (Zürich), Dr. G. Gola (Turin), Dr. Hesselmann (Stockholm), Dr. P. Jaccard (Lausanne), Dr. M. Langeron (Paris), Dr. G. Negri (Turin), Dr. M. Öttli (Saint-Gall), Prof. F. Pavillard (Montpellier), Dr. W. H. Pearsall (Dalton-in-Furness), Dr. R. L. Praeger (Dublin), Prof. Ed Rübel (Zürich), Prof. C. Schröter (Zürich), Prof. W. G. Smith (Edimbourg), Dr. T.-A. Tengwall (Uppsala), Prof. M. Vahl (Copenhague), Prof E. W. Woodhead (Huddersfield), Prof. R. Yapp (Belfast) ;

tous les propriétaires qui m'ont accordé l'accès de leurs domaines : feu le Sénateur R. Bérenger et Mlles Bérenger (parc d'Halincourt), MM. Delacour (bois de Serans), Firmin-Didot (parc de Saint Cyr-en-Arthies), Fould (parc de Jambville), de Létourville (bois de Guiry), Mallet (bois d'Epiais-Rhus), de la Rochefoucauld (parc et bois de la Roche- Guyon), de Villefranche (bois de Méré et de Villarceaux), de Villeneuve-Bargemont (bois du Bout-du-Bois), Vitali (parc de Vigny, bois de Frémainville et de Jambville) ;

le Conseil de l'Université de Paris et le Conseil de l'Association française pour l'Avancement des Sciences : dont les subventions m'ont permis d'illustrer plus largement ce travail.

CHAPITRE PREMIER.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

1. — PHYSIOGRAPHIE GÉNÉRALE

Depuis longtemps déjà le territoire compris entre l'Oise, la Seine et l'Epte a été considéré comme une petite unité géographique. Sous le nom général de Vexin, ancien *pagus* des Véliocasses *(pagus Villecassinus)*, les premiers textes désignaient d'abord les deux Vexin, le normand et le français ; ce dernier ne figure séparément sur les cartes qu'à partir du XIII^e^ siècle [114]. Les limites historiques qu'on lui attribue correspondent, en partie seulement, à celles que la physiographie et la géologie permettent de lui assigner d'après des considérations qui doivent seules prévaloir ici : la notion de « pays » ou de province est loin, en effet, de toujours recouvrir des unités naturelles, très souvent elle les déborde ou les restreint.

Dans la région parisienne, en particulier, les « pays » n'ont pas toujours une valeur géographique naturelle bien assurée, et ce sont plutôt des traits historiques, économiques ou agricoles qui les ont fait distinguer ; de plus, eu égard aux transitions qui s'observent lorsque l'on passe de l'un à l'autre, leur délimitation est souvent difficile à établir ou arbitrairement établie.

Pour ce qui concerne le Vexin français, les limites naturelles sont bien nettes et faciles à tracer (Carte 1).

A l'Ouest, l'Epte, de Gisors à la Seine, le sépare du Vexin normand qui s'étend au delà avec ses grands plateaux de limons coupés de vallons crayeux.

Au Nord, de Gisors à Beaumont-sur-Oise, c'est également une région crayeuse, le Thelle, qui constitue ses confins naturels précisés d'ailleurs par les vallées de la Troesne et de l'Esches.

Au Sud et à l'Est, la Seine et l'Oise, par leurs vallées largement alluvionnées, le définissent très naturellement.

Ainsi limité par deux cours d'eau importants et deux régions qui en sont géologiquement différentes, ce territoire possède une certaine individualité (1).

Situé dans la zone de contact du bassin tertiaire parisien et de l'auréole crétacée qui l'entoure, le Vexin français est essentiellement constitué par un plateau de calcaire grossier couronné de hautes buttes oligocènes. Ce plateau repose lui-même sur un socle crayeux ; par suite du relèvement général des couches du Sud-Est au Nord-Ouest, la craie affleure largement vers la bordure occidentale (vallée de l'Epte et de la Seine , tandis que, vers l'Oise, elle disparaît sous le calcaire grossier, et ce dernier, qui au-dessus d'Auvers atteint à peine 100 m., monte à près de 150 m., au-dessus de Saint-Clair-sur-Epte.

Bien que les dénivellations maxima ne dépassent guère 200 m., certains paysages donnent l'impression d'un relief assez marqué pour une région de plaines : les abrupts de la craie et du calcaire grossier ainsi que les hautes buttes déjà citées en sont des exemples classiques.

Celles-ci sont disposées dans le Nord-Ouest de la région parisienne en lignes parallèles orientées Sud-Est - Nord-Ouest, dans le sens des ondulations qui ont affecté le Bassin de Paris. Le plateau qu'elles formaient a été démantelé par l'érosion, mais, tandis qu'au Sud de la Seine subsistent des témoins importants, comme les plateaux des Alluets-Marly, dans le Vexin, le plateau primitif n'est plus représenté que par des collines étroites et abruptes.

Ces collines forment des massifs boisés dont le plus important est celui d'Arthies. C'est un ancien pays forestier qui a gardé une couverture silvatique étendue et dont certaines communes telles Lainville, Maudétour, Villers-en-Arthies (fig. 1), ont encore des surfaces boisées importantes 196 . Les buttes y forment deux séries

(1. Ce territoire dont la superficie est de 1.100 km² environ, s'étend, pour sa plus grande partie, sur le département de Seine-et-Oise (Cantons de Limay, de Magny, de Marines, en totalité; cantons de Bonnières, de Meulan, de Poissy, de Pontoise, de l'Isle-Adam, en partie ; dans le département de l'Oise, la presque totalité du canton de Chaumont-en-Vexin et quelques communes des cantons de Méru et de Neuilly-en-Thelle lui appartiennent. Enfin, dans le département de l'Eure, il comprend seulement une partie des communes de Gasny et de Gisors.

parallèles, l'une de Mézy à Vétheuil, l'autre de Frémainville à l'Epte; les points hauts atteignent ou dépassent 200 m. (bois de Galluis, des Garennes, bois de Méré).

Au Sud, les hauteurs de l'Hautie, moins élevées (191 m.),

Fig. 1. — Les hautes buttes boisées du pays d'Arthies (1/100.000e).

dominent le confluent de l'Oise et de la Seine ainsi que la boucle de Carrières-sous-Poissy.

Au Nord-Est, un massif plus important s'élève à 210 m. et comprend les hauteurs de Neuville-Bosc, le Caillouet de Marines, les buttes d'Épiais-Rhus et de Cormeilles-en-Vexin.

Enfin, au Nord de Magny, la butte de Montjavoult et la molière de Serans atteignent respectivement 207 et 212 m. ; cette dernière cote marque le point culminant du Vexin.

Contrastant avec ces collines boisées et humides, la partie centrale et sud-orientale est occupée presque entièrement par des plateaux de grande culture : de Pontoise à Magny, la grande route de Rouen s'étend rectiligne entre les moissons et les champs de betteraves et le même paysage monotone se retrouve entre Viosne et

Fig. 2. — Le plateau de grande culture au Nord de Pontoise, entre la Viosne et le Sausseron (1/100 000e).

Sausseron (fig 2), entre Monteient et Aubette, au-dessus de la Troesne, entre Monneville et Chaumont. La végétation spontanée est réduite à quelques groupements xérophiles sur les talus des chemins et à de rares petits bois à contours géométriques (bois Girofay, garenne de Moussy, etc.), témoins de l'ancienne couverture forestière continue qui reliait les différents massifs maintenant isolés. Certaines communes, telles Hérouville, Gouzangrez, le Bellay, ont à peine quelques hectares de bois sur leurs territoires : à ces communes exclusivement agricoles on peut opposer les communes boisées de l'Arthies citées plus haut (fig. 1).

Des vallées secondaires qui découpent la région, les unes sont creusées sur toute leur longueur dans le calcaire grossier et les sables nummulitiques, les autres ont la partie moyenne et inférieure de leur talweg dans la craie.

Au premier type appartiennent les affluents de l'Oise (sauf l'Esches : le Sausseron, grossi de la Soissonne, des rûs d'Hédouville et de Frouville, et la Viosne.

Au second type, le plus fréquent, se rattachent les vallées des petits affluents de la Seine (Aubette grossie du Montcient, rû de Vienne-en-Arthies) et de l'Epte (Aubette de Magny grossie des rûs de Genainville et de Chaussy, Cudron, rû d'Hérouval, Réveillon).

La vallée de la Troesne participe des deux types : son versant Sud est formé par l'abrupt de calcaire grossier qui termine brusquement le plateau vexinois tandis qu'au Nord les pentes montent doucement vers les croupes crayeuses du Thelle et cette dissymétrie accuse bien la différence physiographique entre les deux pays.

Plus à l'Est, la vallée de l'Esches représente un type réduit de vallée crayeuse picarde : ce n'est déjà plus le Vexin.

L'Epte, qui prend sa source dans le pays de Bray, longe le Vexin français sur une longueur de 30 km. avant d'affluer dans la Seine à Giverny. Elle a creusé dans la craie une large vallée à fond plat qu'occupent des bois marécageux, des pâturages et quelques prés tourbeux : c'est le type des vallées de Haute-Normandie comme l'Andelle ou l'Eure.

Les grandes vallées qui limitent le Vexin au Sud et à l'Est sont trop bien connues pour qu'il soit nécessaire d'en faire une longue description ; on trouvera dans Belgrand [14-15], en particulier, de nombreux renseignements. Quelques mots sur la topographie générale suffiront ici.

La vallée de la Seine qui longe notre dition sur 75 km. environ, du confluent de l'Oise à celui de l'Epte, est un type de vallée parvenue au stade de maturité, à relief déjà usé et à méandres nombreux : l'alternance des versants abrupts sur la rive concave et des versants adoucis sur la rive convexe y est particulièrement frappante.

La boucle de Moisson en offre un bel exemple : sur la rive droite, entre Vétheuil et la Roche-Guyon, la zone alluviale très étroite est dominée par une haute falaise crayeuse qui est surmontée d'un

abrupt de calcaire grossier terminant le plateau de Chérence. Sur une largeur de 400 m. à peine, la dénivellation dépasse 130 m. Sur la rive gauche, les alluvions s'étalent en une vaste plaine sableuse

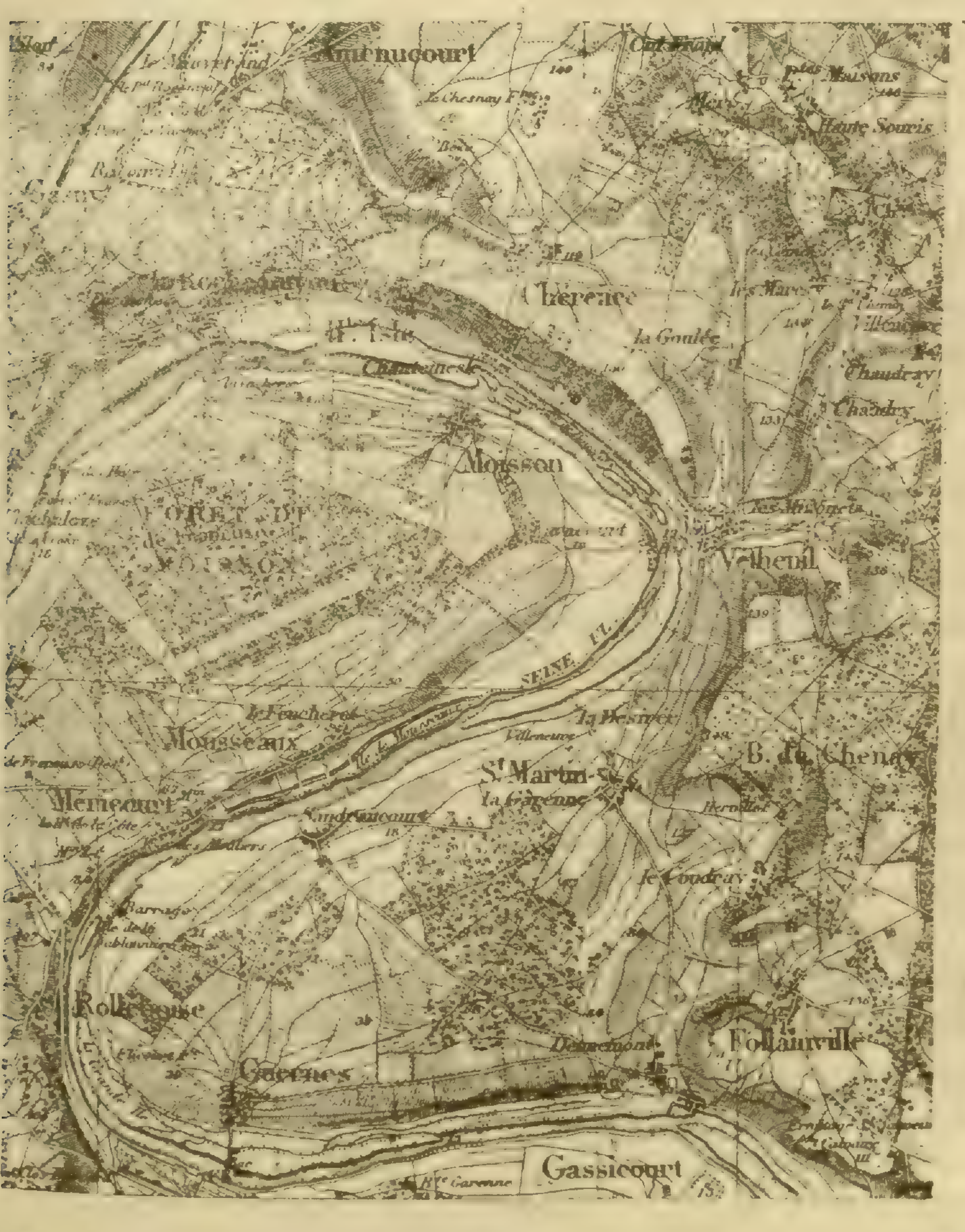


Fig. 3. — La plaine alluviale de Moisson et les « downs » de la Roche-Guyon (1/100.000e).

à pente très faible qui recouvre la craie sur près de 8 km. jusqu'à Bonnières (fig. 3). Des formes topographiques semblables se rencontrent jusqu'à la mer, de mieux en mieux marquées à mesure que les différentes craies se dégagent.

L'Oise, qui borde le Vexin de Beaumont à Maurecourt (35 km.), a des caractères topographiques analogues, mais moins accentués ; c'est le calcaire grossier qui forme à lui seul la rive haute.

2. — TERRAINS ET TYPES DE VÉGÉTATION

La série stratigraphique s'étend du néocrétacé aux alluvions et tourbes contemporaines.

Les terrains les plus anciens que l'érosion a fait apparaître appartiennent au Sénonien : craie à *Micraster decipiens* (Coniacien) et craie à *Belemnitella mucronata* (Maëstrichtien).

La première, masquée en partie par les alluvions, est bien visible dans la vallée de la Seine, à Rangiport, entre Dennemont et Guernes, entre la Roche-Guyon et Bennecourt. Sur le versant oriental de la vallée de l'Epte, de Vernonnet à Fourges, elle a déjà la puissance qu'on lui retrouve plus à l'ouest ; mais, dans le Vexin français, elle n'atteint pas à l'importance superficielle de la craie à Bélemnitelles qui la surmonte et dont elle possède à peu près, du reste, les caractères lithologiques et physiographiques. Celle-ci affleure largement dans la vallée de la Seine dès l'embouchure de la Mauldre et dans les vallées de l'Epte et de ses affluents ; elle apparaît aussi vers nos confins orientaux et dans la vallée de l'Aubette, entre Guiry et Saillancourt, à la faveur d'un anticlinal (anticlinal de Vigny).

Dans la vallée de la Seine, les formes topographiques de la craie sont particulièrement intéressantes par les stations spéciales qu'elles déterminent : ce sont les paysages classiques des Andelys et de la Roche-Guyon que l'on a comparés aux « downs » de l'Angleterre méridionale. L'escarpement crayeux, autrefois continu, a été découpé en petits vallons perpendiculaires à la vallée principale par les eaux des sources qui surgissent plus haut sur l'argile plastique, et dont la plupart sont maintenant taries ou captées (réservoirs de la Roche-Guyon).

Entre ces vallons se dressent des promontoires rocheux aux formes pittoresques sculptées par l'érosion ; certains se terminent par des à-pics qui peuvent atteindre une trentaine de mètres de hauteur (Chantemelle, Clachaloze) et dont la blancheur crue, rayée par les traînées de silex noirs, tranche sur le fond plus terne des coteaux (Pl. 5, II).

Les parties latérales de ces promontoires sont couvertes de

pelouses discontinues où les Graminées sociales dominent avec les sous-arbrisseaux toujours verts : primitives dans les pentes très fortes, ces pelouses se sont reconstituées sur d'anciens vignobles et des vergers abandonnés établis jadis sur les versants moins déclives (1). De vieux ceps épars et des arbres fruitiers âgés et dépérissants attestent encore leur mise en culture. Dans les parties basses situées au pied de l'escarpement, les arbres fruitiers (abricotiers principalement) sont encore nombreux parmi les carrés de primeurs que l'exposition au midi et la protection contre le vent du nord rend particulièrement précoces.

Dans la vallée de l'Epte, le relief crayeux est moins accentué à mesure que l'on s'avance vers le Nord, et sur les versants plus adoucis, les moissons alternent avec les pelouses et les friches arides ; les bois qui, dans la vallée de la Seine, en ce qui regarde notre domaine, ont presque entièrement disparu de la craie, couvrent encore ici une partie des pentes les plus raides (bois du Val-Perron, bois d'Amenucourt, bois entre Montreuil et Saint-Clair, bois de Berthenonville, etc.).

Lorsqu'elle termine la série sédimentaire au bord des vallées, dans les parties plates, la craie est transformée en une argile brunâtre ou rouge (argile à silex) ; ce faciès d'altération se rencontre, çà et là, dans le Vexin français (bois de la Roche-Guyon, de Buhy, de Hodent), mais il est toujours loin d'acquérir l'extension qu'il a dans le Thelle et le Vexin normand où il est également occupé par la végétation forestière.

Les étages qui font le passage au tertiaire, d'un grand intérêt pour le géologue, n'ont, au point de vue géobotanique, qu'un rôle très réduit : les quelques vingt hectares de calcaire pisolithique de Vigny sont couverts de taillis (bois des Roches) à flore de bois sec sur craie ou calcaire grossier. Les autres dépôts daniens ou montiens n'ont aucune importance pour la végétation.

Le Thanétien existe seulement au Nord-Ouest, entre Ambleville et l'Esches ; au delà de l'escarpement tertiaire du Vexin, il s'étend en grandes nappes sur la craie, au versant adouci de la vallée de la Troesne.

(1) Vers 1830, on comptait 468 hectares de vignes dans le canton de Bonnieres et 340 dans celui de Limay [56]. C'est à peine s'il en subsiste aujourd'hui quelques parcelles dans les communes de Limay, Guernes, Bennecourt. Dès le XVIIIe siècle, du reste, beaucoup de vignes furent arrachées aux environs de Vernon [219].

L'argile sparnacienne (argile plastique) repose donc presque partout directement sur la craie. Cette argile constitue un des niveaux d'eau les plus importants de la région. De nombreux villages sont alignés suivant sa zone d'affleurement que marquent des sources abondantes, origine de la plupart des « rûs » et ruisseaux qui vont à l'Epte et à la Seine.

Leurs eaux toujours très chargées de carbonate de chaux emprunté aux couches qu'elles ont traversées (sables nummulitiques et calcaire grossier) incrustent les Muscinées et les Algues qui végètent à leur contact. Quand la pente est faible, il se forme aux flancs des vallées de petits marécages drainés par un ruisselet médian qui, plus bas, ravine la craie : ce type de station se rencontre çà et là, surtout dans les petites vallées secondaires (Rueil près Serraincourt, Ambleville, Genainville, Vaudancourt, le Coudray, etc.). Entre ces taches marécageuses, les bois humides, les prés complantés de pommiers et les luzernières forment une chaîne continue dont la fraîcheur contraste avec l'aridité des pentes souvent découvertes du calcaire grossier et de la craie. Au pied de l'escarpement qui domine la vallée de la Troesne, l'argile plastique forme une grande nappe imperméable où les marais tourbeux, autrefois très développés, ont été presque entièrement transformés en pâturages.

Les sables nummulitiques (Cuisien) sont également très constants, mais souvent masqués par les éboulis du calcaire grossier : dans le Nord et l'Est du Vexin, ils ont une assez grande épaisseur (une dizaine de mètres), mais vers la Seine ils s'amincissent considérablement et sont peu visibles. Très secs à leur partie supérieure, ces sables, généralement calcaires, présentent à leur base une zone fraîche qu'imprègnent les eaux de l'argile plastique ; là où ces sables s'étalent au pied des pentes, on peut observer le passage graduel de groupements xérophiles (pelouses à Genévriers) aux associations de basse-tourbière du fond des vallées, (vallons de Nesles, par exemple). Sur les versants Nord et Est, ces sables sont parfois bien boisés (entre Berville et Trie-Château, par exemple).

Comme nous l'avons déjà indiqué, le calcaire grossier joue un rôle capital dans toute la région tant par son extension que par ses formes topographiques.

Dans les vallées, le calcaire grossier inférieur et moyen affleure en bancs sableux et rocheux inégalement délités par les agents atmos-

phériques, d'où un profil en gradins souvent observable (Santeuil, Saint-Cyr-sur-Chars, Vallangoujard, Chérence, Reilly, etc.). Sur ces pentes très sèches, où le sous-sol est à nu ou masqué seulement par une mince couche de terre végétale, la flore est essentiellement xérophile : pelouses à Graminées piquées de Genévriers, taillis clairs de Chêne pubescent, plantations de Pin silvestre et de *Cytisus Laburnum*.

Lorsque des bancs marneux ramènent une certaine fraîcheur et déterminent des sols plus profonds, la végétation forestière peut prendre une certaine vigueur : le Chêne pédonculé domine, assez souvent accompagné du Frêne et, quelquefois, du Hêtre.

Comme sur la craie, des cultures (moissons, prairies artificielles, vergers) s'intercalent entre ces divers groupements dans les parties à pente plus adoucie et en occupent la plus grande surface.

Ces assises inférieures et moyennes du Lutétien forment la partie supérieure des versants dans la plupart des vallées et terminent la bordure des plateaux par une rupture de pente particulièrement bien marquée entre Vétheuil et Haute-Isle, au-dessus de la vallée de la Troesne, dans la vallée de la Viosne. Dans le Nord-Ouest, elles constituent, en partie, la surface des petits plateaux compris entre Gisors et l'Aubette de Magny. Elles y donnent des terres très pierreuses sur lesquelles on a laissé quelques bois maigres de Chêne et de Bouleau (bois de la Bellée, de Ducourt, etc.) ; dans les aires améliorées par les pratiques agricoles, les céréales fournissent d'excellentes récoltes (plateau de la Chapelle-en-Vexin).

De nombreuses carrières sont creusées dans les bancs rocheux de ces niveaux, généralement à ciel ouvert (Oinville, Tessancourt, Nesles, Chambors, Chérence), ou sont aussi exploitées en galeries (Sagy, Chaussy, Genainville, Guiry, Wy-dit-Joli-Village) dont les parois verticales, fraîches et peu éclairées, sont souvent couvertes de Bryophytes et de Myxophycées en colonies de plusieurs mètres carrés.

Le calcaire grossier supérieur qui forme la base des plateaux de grande culture débute, assez constamment, par un niveau marneux (banc vert) dont l'affleurement, en bordure des vallées, détermine localement un niveau d'eau important (sources de la Viosne et de ses petits affluents). Dans la vallée de l'Oise, ce calcaire grossier est

entamé par de petites vallées sèches ou à ruisselet hivernal (ravine des Vallées, vallon de Jouy-le-Moutier), voies d'accès aux plateaux. La partie supérieure de ces assises, lorsqu'elle n'est pas recouverte de limons, est très aride : c'est le « cron » des cultivateurs.

Les sables auversiens, qui succèdent au Lutétien, sont bien développés dans la partie orientale du Vexin, dans la région de Marines principalement. On les retrouve également bien représentés vers Ronquerolles (bois de la Tour-du-Laye) et en bordure des vallées de la Viosne et de l'Oise où ils dessinent un ruban marqué par des bois secs (bois de Beaumont, bois du Bouleau, bois du Planité, bois Pagnon, bois Préau, etc.) et des moissons (seigle principalement).

Les sables de Marines (Bartonien) forment, avec les précédents, une large ceinture au pourtour des buttes septentrionales (massif de Neuville-Bosc-Marines, Montjavoult-Serans ; comme eux, ils sont décalcifiés en surface, mais moins secs, surtout au contact des marnes de l'étage supérieur. Les terres légères qui les recouvrent sont presque partout cultivées ; quelques bois subsistent encore près de Hadancourt-le-Haut-Clocher, de Montagny et d'Haravilliers.

Le calcaire de Saint-Ouen, qui remplace ce faciès dans le Sud du Vexin, forme, entre Viosne et Sausseron, de vastes nappes en parties recouvertes de limons et consacrés à la grande culture.

Avec les marnes du gypse, nous arrivons à la base des hautes-buttes qu'elles entourent d'une large ceinture ondulée où quelques bois frais (bois de Chars, bois du Bout-du-Bois, etc.) alternent avec des moissons, des prairies artificielles et des vergers (cerisiers de Villers-en-Arthies). Le gypse exploité en galeries aux environs de Neuilly-en-Vexin et autour des hauteurs de l'Hautie provoque, dans ce dernier massif, en particulier, des accidents topographiques d'autant plus intéressants, qu'on en peut observer la formation et y étudier la genèse et l'évolution du peuplement végétal.

Il s'agit des poches d'effondrement souvent signalées aux environs de Paris. Les eaux d'infiltration dissolvent le gypse, il se forme, dans sa masse, des cavités qui s'effondrent, entraînant les terrains superposés ainsi que les couches superficielles et la végétation qui les recouvre ; on peut voir ainsi de grands arbres dont le sommet seul dépasse les bords circulaires du cratère. Ces « fondis » ou

« effondis », comme on les appelle localement, ont jusqu'à 25 m. de profondeur, et certains atteignent 50 m. de diamètre.

Suivant les couches sous lesquelles l'effondrement se produit, on peut distinguer plusieurs types d'effondis. Dans la zone des marnes (marnes vertes et marnes supragypseuses), ils ont des parois longtemps verticales, dont le profil s'incline peu à peu par éboulement de tranches subparallèles, mais qui restent toujours assez abruptes ; dans la zone des sables de Fontainebleau les flancs de l'entonnoir se transforment en talus, à pente adoucie, qu'une population muscinale stabilise rapidement. Enfin, lorsque la poche se creuse dans la zone de contact des marnes et des sables, on a un type mixte à paroi marneuse abrupte et à paroi sableuse ou marno-sableuse simplement déclive : les sables glissent peu à peu et les eaux qui suintent à la limite des deux terrains permettent l'établissement de petits marécages de pentes qui débutent typiquement par des associations d'algues subaériennes.

Le fond de ces poches, lorsqu'il repose sur les marnes, est occupé par une mare circulaire : elle se peuple rapidement d'une végétation aquatique qui régresse à mesure que la végétation forestière se reconstitue sur les flancs du fondis.

Ces accidents topographiques, très intéressants, sont particulièrement nombreux dans la partie orientale du bois de Vaux ; on en compte une quarantaine et on peut observer là tous ces types à différents stades de leur évolution physiographique avec les stades concommitants de leur évolution synécologique.

Les marnes supra-gypseuses passent graduellement aux marnes sannoisiennes : celles-ci constituent, avec les marnes à *Ostrea* (base du Rupélien), un niveau d'eau important qui imprègne, sur plusieurs mètres de hauteur, les sables de Fontainebleau sus-jacents. Il n'y a pas de sources à proprement parler, mais des suintements qui se réunissent en nappes sur les marnes généralement recouvertes d'une bande assez large de sables éboulés ou entraînés par le ruissellement ; dans les petits vallons qui découpent les hautes buttes, on constate aussi, à la base des sables, des aires marécageuses dont les eaux, pauvrement minéralisées et toujours très chargées de matières humiques, favorisent le maintien de bruyères et de taillis tourbe où les Sphaignes dominent.

Plus bas, ces nappes se réunissent en ruisselets qui, en été, vont

se perdre à la lisière des bois, sur les parties découvertes des marnes supra-gypseuses ou du calcaire de Saint-Ouen ; localement (Chavençon, Vaux, Lainville, etc.), on rencontre, à ce niveau, des taches marécageuses peu étendues dont la végétation ressemble à celles des petites tourbières de l'argile plastique. En hiver et au printemps, ces ruisselets apportent leurs eaux au cours supérieur des petites rivières secondaires (fonds de Monteient, vallon d'Aincourt, vallon de Maléra, etc.). Toute la zone des marnes vertes est bien boisée, avec çà et là des prés et des vergers poiriers d'Arthies).

Les sables siliceux du Rupélien (sables de Fontainebleau) forment de hauts talus dont l'allure abrupte et la sécheresse contraste avec la zone inférieure humide et à versant adouci. Sur ces talus qui ont de 25 à 40 m. de hauteur, les châtaigneraies et les bruyères dominent avec les peuplements de Pins sylvestres.

Vers le sommet de la masse sableuse, on rencontre des blocs de grès qui glissent le long des pentes : on les exploitait encore, il y a quelques années, dans la partie sud du bois de Guerry. Par places, lorsqu'ils ont une déclivité moins marquée, ces sables ont été déboisés et défrichés et l'on y cultive surtout le seigle, le sarrasin et les pommes de terre (Apremont près Juziers, la Chartre, Aincourt, Epiais-Rhus, etc.)

L'argile à meulière (Chattien) qui couronne presque toutes les hautes buttes (sauf la petite butte de Cléry), forme des plateaux étroits, imperméables et sans écoulement ; les eaux météoriques s'accumulent dans les dépressions naturelles ou artificielles (anciennes carrières, fossés, ornières des chemins), et, en hiver, certaines parties sont impraticables. Des taillis mixtes de Chêne et de Bouleau, avec quelques Hêtres, des landes et des bruyères humides occupent presque toute la surface de ces plateaux ; les prairies et les cultures y sont toujours peu étendues et presque uniquement localisées là où des taches de limons donnent un sol moins compact et mieux drainé.

La meulière, autrefois exploitée dans toutes les buttes, l'est encore à Lainville, Arthies, Marines, et surtout à l'Hautie : c'est dans ces anciennes carrières que s'établissent les mares siliceuses dont nous aurons à étudier l'évolution.

Cette argile termine dans le Vexin français la série des dépôts marins ou lacustres.

Il nous reste à étudier rapidement les terrains plus récents formés depuis l'émersion définitive du Bassin de Paris jusqu'à nos jours.

Les graviers des hauts-plateaux qui représentent des terrasses fluviales élevées sont réduits, dans notre région, à trois ilôts (partie centrale du bois de Chênay, partie méridionale du bois de la Roche-Guyon, bois au-dessus de Tripleval ; au Nord et à l'Ouest du Vexin français, ces ilôts s'étendent en nappes souvent boisées (bois de Gisors, forêts de Vernon, des Andelys, du Rouvray) sur l'argile à silex ou les alluvions anciennes. Toujours peu épais (environ deux mètres au bois du Chênay), on les trouve formés d'un mélange d'éléments siliceux de calibres très divers, sables et cailloux.

Les limons des plateaux, qui se développent en grandes nappes sur le calcaire grossier supérieur, les sables de Beauchamp et le calcaire de Saint-Ouen sont, par excellence, dans le Vexin français, les terres à céréales froment, avoine et à betteraves Les grandes exploitations agricoles sont, pour la plupart, localisées sur ces plateaux : fermes de Charmont, de Commeny, de Génicourt, de Lierville, de Boissy, d'Hardeville, de Beaugrenier, etc.

Les alluvions anciennes occupent des étendues considérables dans la vallée de la Seine où elles sont alternativement développées sur les deux rives, dans les parties convexes : boucle de Carrières-sous-Poissy, plaine des Mureaux, plaine de Gassicourt, plateau de Sandrancourt, boucle de Moisson, plaine de Limetz.

Dans les aires non cultivées — et elles sont encore importantes — la végétation consiste en taillis clairs de Chêne sessile, souvent mêlé de Bouleau, en bruyères çà et là plantées de Pins (*Pinus silvestris* et *Pinus maritima*) et en pelouses à herbes et Graminées xérophiles, Le sol, siliceux ou calcaire, est toujours très meuble et très sec (sables et cailloux) ; aménagé pour recevoir les eaux d'épandage, il convient particulièrement aux cultures maraîchères (1 .

1 Voici, à titre d'exemple, quelles étaient en 1906, les surfaces occupées par les différentes cultures dans la plaine d'épandage de Carrières-sous-Poissy :

Pommes de terre	391	hectares.
Betteraves	115	—
Artichauts	21	—
Légumes divers	132	—
Céréales	115	—

Les prairies comptaient 22 hectares, les bois 17, les oseraies et plantations de peupliers 60, les surfaces colmatées 35 [235].

Ailleurs il est occupé par des moissons, des champs de pommes de terre et d'asperges.

Ces alluvions se rencontrent également dans la vallée de l'Oise et, moins développées, dans la vallée de l'Epte.

Les alluvions modernes, dans lesquelles est creusé le lit actuel des cours d'eau, s'étendent, dans les grandes vallées, sur une zone assez étroite (dépassant rarement 1 km.), comprise entre les alluvions anciennes et les berges ; celles-ci, suivant la vitesse des eaux qui les baignent, sont abruptes ou en pente adoucie, et représentent des faciès d'érosion ou des faciès de sédimentation.

Nous verrons que cette distinction, lorsqu'elle est bien nette, a une grande importance dans la répartition et la disposition locale des associations rivicoles. Les îles, si nombreuses dans la Seine, sont découpées dans ces alluvions modernes : très étroites et allongées [1], elles divisent le fleuve en un bras actif où la vitesse du courant atteint son maximum et en bras morts, souvent fermés par des chaussées (Verneuil, Mézières, Guernes, Mousseaux, Freneuse) et comparables aux « noues » de la Haute-Seine, en amont de Montereau, par exemple. Mais nulle part la vallée n'est marécageuse comme dans cette région : des prairies, des petits bosquets où l'orme domine, quelques oseraies et des cultures occupent cette zone alluviale avec les terrains surbâtis de plus en plus étendus. Les bords de l'Oise offrent des paysages analogues.

Ces alluvions modernes occupent presque tout le fond visible des petites vallées : les bois marécageux et les prés — prairies chaulées à Graminées et prairies acides à Cypéracées — en couvrent la plus grande partie.

C'est uniquement dans ces vallées secondaires que la tourbe a quelque extension superficielle : des sondages en ont révélé des couches intercalées dans les alluvions de la Seine, mais elle ne se forme plus nulle part dans la vallée, le long de notre dition.

On trouve des formations tourbeuses (tourbe à Hypnacées) çà et là dans la vallée de l'Epte (Gisors, Saint-Clair-sur-Epte, Amenucourt), dans la vallée de la Viosne (entre Us et Chars), dans la vallée du Sausseron (Arronville, Nesles), dans la vallée de la Troesne (Tourly, Fay-les-Étangs).

1. L'île Belle de Meulan, réunie à l'île de Juziers, a plus de 5 km. de longueur ; certaines îles de Guernes atteignent une lieue.

L'exploitation de la tourbe, abandonnée depuis longtemps dans ces localités, a été reprise récemment à Fay-les-Étangs (1917) et à Brignancourt (1918). Son épaisseur dépasse localement trois mètres (Arronville), mais, généralement, la couche est trop mince pour être exploitée : les marais sont alors desséchés et transformés en pâturages. Ainsi, la vallée de la Troesne, entièrement tourbeuse au début du siècle précédent (83), a été drainée par un canal médian (canal de Marquemont) et il ne subsiste plus que quelques hectares de tourbière — en partie exploités du reste — près de Fay-les-Étangs. Entre Amblainville et Arronville, la surface tourbeuse non assainie, est encore importante : c'est peut-être actuellement, dans les environs de Paris, le meilleur exemple de tourbière calcaire avec sa végétation caractéristique.

On rencontre également aux flancs des coteaux calcaires, sur l'argile plastique, de petites taches tourbeuses.

Enfin, dans les hautes-buttes, l'abondance locale des Sphaignes détermine la formation de petites tourbières de pentes dont la végétation est analogue à celle des hautes-tourbières typiques comme on en trouve encore à Rambouillet ou dans le pays de Bray (Mésangueville). Le drainage réduit d'année en année leur surface, et c'est seulement en des localités peu nombreuses que les associations primitives sont maintenues : le plus souvent, nous aurons à analyser des groupements transitoires représentant des stades régressifs.

D'après l'exposé d'ensemble contenu dans les pages précédentes, on peut établir, dans le Vexin français, plusieurs divisions naturelles bien marquées (Carte 1) :

1° Les *grandes vallées* (Oise, Seine) largement alluvionnées où la végétation xérophile (bois, pelouses et bruyères) domine avec les cultures (moissons, prairies artificielles).

2° Les *vallées secondaires*, à fond marécageux occupé par des bois et des prairies avec quelques aires tourbeuses ;

3° Les *coteaux calcaires* où les bois, les pelouses et les cultures alternent et se juxtaposent en une mosaïque très variée ;

4° Les *plateaux de grande culture* avec quelques îlots boisés ;

5° Les *hautes buttes* dont les bois et les landes occupent la plus grande surface.

3. — CLIMAT

Le climat parisien est bien connu, grâce aux travaux d'Angot [10] où l'on trouvera, ainsi que dans les autres publications du Bureau Central Météorologique, tous renseignements utiles pour ce qui concerne les observations faites dans notre région.

Comme on l'a dit au début de ce travail, l'étendue réduite de notre dition et les faibles dénivellations qu'on y rencontre ne permettent pas de faire de distinctions climatiques générales ; c'est plutôt dans des remarques sur des faits de climat local, en rapport avec des facteurs physiographiques, édaphiques et biotiques qu'il faudra chercher quelques explications quant à la localisation de certaines espèces.

Ainsi, par exemple, — et c'est là un fait souvent invoqué — l'extension vers le nord de plusieurs plantes méridionales est directement liée à l'existence de stations calcaires déclives où les conditions thermiques sont favorables. Ici, la présence et parfois l'abondance de quelques espèces est une illustration nouvelle de ce fait : *Lecanora fulgens*, *Peltigera rufescens*, *Grimmia orbicularis*, *Eurhynchium circinatum*, *Southbya nigrella*, *Coronilla minima*, *Astragalus monspessulanus*, *Fumana procumbens*, sont parmi les meilleures caractéristiques des côtes calcaires de la vallée de la Seine.

L'abondance des petites monocarpiques vernales dans les friches sablonneuses est un fait du même ordre : à la fin de l'hiver et au début du printemps, ces sables s'échauffent rapidement et les plantules germées à l'automne accomplissent, en quelques jours, leur floraison et la maturation de leurs graines.

Voici, à titre d'exemples, quelques observations montrant les températures élevées auxquelles sont soumises les plantes qui végètent dans ces diverses stations.

Le 30. VI. 14, à 1 h. de l'après-midi, sur un petit talus découvert, au bois de St-Vincent (Commune des Mureaux), sol sablonneux, très meuble, gris pâle, à végétation discontinue (*Corynephorus canescens* codominant avec *Artemisia campestris* et *Helianthemum guttatum*) :

T° air (à 1m, 50 au-dessus du sol)	28°	(1)
— sur sol nu	61°	
— dans une touffe de *Corynephorus*	44°	
— à 5 cm. de profondeur	49°	
— à 10 cm.	37°	

(1) Ces températures ont été prises avec un thermomètre nu et sous la protection d'un écran.

Le 1. VIII. 14, à 3 h. de l'après-midi, coteaux de Frangicourt près Délincourt, sur pente calcaire (de 40 °/₀ env.), à exp. Sud-Ouest ; sol **gris-jaune** (sables nummulitiques), à végétation subcontinue pelouse à *Bromus erectus* codominant avec *Brachypodium pinnatum*, *Globularia vulgaris* et *Hippocrepis comosa*) :

T°	**air (à 1m. au-dessus du sol)**	**30°**
—	**sur sol nu**	**56°**
—	à 5 cm. de prof.	30°
—	**dans une touffe de *Thuidium abietinum***	**43°**
—	sous une feuille de *Globularia vulgaris*	37°

Le 1. VIII. 18, à 1 h. 30 de l'après-midi, à Chantemelle près Vétheuil, sur pente crayeuse (de 50 °/₀ env.) à exp. Sud, sol grisâtre, pulvérulent, avec fragments de craie et éclats de silex, à végétation discontinue, en gradins (pelouse à *Sesleria cærulea* codominant avec *Festuca duriuscula* et *Helianthemum montanum*) :

T°	**air**	**29°**
—	**sur sol nu**	**58°**
—	**à 10 cm. de prof.**	**22°**
—	**dans une touffe de *Festuca duriuscula***	**39°**

On pourrait multiplier les exemples mettant en évidence l'existence de ces climats locaux, ou mieux, stationnels, modifications du climat régional dues à la texture du sol, à sa coloration, à la pente, au couvert, etc. ; une étude qui porterait sur le climat de stations bien définies donnerait d'intéressants résultats [154].

Les quelques remarques que j'ai pu faire à ce sujet auront mieux leur place dans la partie spéciale de ce travail. (Étude des associations).

Quant aux observations phénologiques que j'ai réunies elles portent sur un nombre d'années trop restreint ou sont trop discontinues pour fournir des moyennes valables ; elles seront toutefois utilisées dans la description des aspects saisonniers.

CHAPITRE II

LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

I. — GÉNÉRALITÉS

1. — UNITÉS PHYTOGÉOGRAPHIQUES

Depuis une vingtaine d'années, plus précisément depuis la publication du Projet de Ch. Flahault [100], l'interprétation et la valeur relative des unités phytogéographiques ont fait l'objet de nombreuses discussions, et si l'accord semble fait sur quelques points longtemps controversés, il paraît que certaines questions importantes sont encore loin d'être unanimement résolues. En outre, si la justification théorique des différentes opinions est facile et donne toujours raison à leurs auteurs, l'application des principes énoncés est souvent difficile ou contradictoire.

L'historique de la question a été traité de façon étendue par Flahault et Schröter [103], Moss [176], Brockmann-Jerosch et Rübel [12], Clements [64-65], Gams [115], Rübel [213] et il serait superflu de reprendre, une fois de plus, un exposé qui nous mènerait d'Aristote aux contemporains : je me bornerai à indiquer ici quelques points de vue récents ayant rapport aux notions de formation et d'association.

Warming considère la formation comme « un groupement d'espèces appartenant à des types biologiques (growth-forms déterminés qui se sont associées sous l'influence des caractères définis édaphiques ou climatiques) du milieu auquel elles sont adaptées. » Par suite, « la formation est l'expression de certaines conditions déterminées de vie, toute différence floristique mise à part... [236, p. 40] ».

Toute formation se compose d'associations, groupements de composition floristique déterminée » (1).

Cette subordination de l'unité floristique à l'unité écologique que les rapporteurs du Congrès de Bruxelles ont consacrée dans leurs « recommandations » [103] a été assez généralement admise bien qu'elle repose au fond sur un raisonnement d'une logique contestable comme l'ont bien fait ressortir les critiques de J. Pavillard [187-188] et de J. Braun-Blanquet [27-28, 30].

Pour Tansley [223], la formation est « l'ensemble de la végétation qui existe ou se succède dans une station définie et essentiellement uniforme. » Quant à l'association, c'est une unité d'ordre inférieur caractérisée par des différences secondaires (minor) de la station, dans le temps ou dans l'espace, et auxquelles correspondent des différences floristiques.

Clements [65], se basant aussi sur le rapport qui unit la végétation et la station, appelle formation « l'ensemble de la végétation qui recouvre une station ». Plus récemment [66], modifiant sa manière de voir, il en fait « un groupement final (climax community) localisé dans une aire naturelle où les conditions climatiques essentielles sont similaires ou identiques. » C'est par son évolution que la formation est principalement définie, mais cette évolution ne peut être elle-même analysée que par l'étude extensive de la station, de la composition floristique et de la physionomie.

G. Negri voit dans les unités synécologiques la somme de ce qu'il appelle les « écoïdes » : celles-ci comprennent « tous les éléments du fait écologique, le milieu, l'individu et leurs réactions réciproques » [180, p. 18]. La formation, terme biologique, correspond exactement à l'association, terme floristique, et ces deux notions que l'on sépare pour la commodité de l'étude ne sont, en réalité, qu'un seul et même objet.

C. Raunkiær [203] n'admet que le terme de formation. Celle-ci « peut être caractérisée sous trois aspects différents : la caractéristique floristique, la caractéristique physionomique, la caractéristique biologique ». Une telle définition peut tout aussi bien s'appliquer à l'association et quand l'auteur parle de formation d'*Ane-*

(1) Dans la troisième édition de son traité d'Écologie [237], à laquelle on peut préférer la seconde, Warming subordonne la formation elle-même à la station.

mone nemorosa-Oxalis Acetosella ou de formation d'*Erica Tetralix*, la synonymie est évidente.

J. Braun-Blanquet a tenté, et avec succès, de donner au critérium floristique une place prépondérante ; il est ainsi amené à considérer l'association (définie) comme « un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée dans laquelle certains éléments exclusifs ou à peu près (espèces caractéristiques), révèlent par leur présence une écologie particulière et autonome » [27, p. 44].

H. Gams [115] faisant table rase de la nomenclature en cours propose des termes nouveaux pour désigner les unités phytogéographiques : les « synusies » basées sur l'écologie, sur la forme biologique et les « biocœnoses » basées sur la topographie, sur la station. Il distingue différents degrés dans la coexistence des organismes vivants (plantes et animaux) suivant leur corrélation réciproque, depuis les symbioses jusqu'à la simple juxtaposition : il y a ainsi plusieurs types de « synusies ». Cette distinction entre les unités topographiques et les unités écologiques est présentée ici avec un grand luxe de documentation.

Du Rietz, Fries et Tengwall définissent l'association « un groupement de plantes de composition floristique et de physionomie déterminées » [96, p. 166], définition qu'ils ont encore précisée dans un mémoire récent, en soulignant le rôle, d'après eux prépondérant, des constantes, « une association est un groupement végétal possédant des constantes déterminées et une physionomie déterminée » [97, p. 16].

Des trois termes géobotaniques : formation, association, station, les deux derniers ont, en somme, un sens général bien défini et presque partout accepté.

Il n'en est pas de même du premier : il s'appliquait d'abord à tout groupement végétal présentant une physionomie homogène et constante due à la dominance soit d'une ou de plusieurs espèces sociales, soit d'espèces ayant un caractère biologique commun — une forêt d'arbres feuillus, une lande, une haute tourbière. Tel quel, et bien qu'il s'appuie sur une connaissance évidemment superficielle des paysages botaniques, ce concept a une valeur descriptive réelle, commode dans une analyse rapide de la végétation ; mais il n'a pas

gardé sa limitation originelle et son inventeur lui-même, Grisebach, a varié sur le sens qu'il lui avait d'abord attribué. Et depuis, la confusion s'est accentuée avec la multiplicité et l'intransigeance des différentes interprétations.

Dans ce travail, ce terme sera évité, sans que soit négligée d'ailleurs la notion importante qu'il recouvre, celle d'aspect général, de physionomie des groupements végétaux. Ce n'est là, en somme, qu'un attribut, entre plusieurs, de l'association.

L'étude analytique de la végétation du petit territoire décrit ici a été basée essentiellement sur la composition floristique et nous a conduit à adopter une définition provisoire de l'association inspirée, en partie, d'ailleurs, de celle des Rapporteurs du Congrès de Bruxelles [103 (1)], mais plus compréhensive et moins absolue à la fois.

L'association est un groupement végétal caractérisé essentiellement par une composition floristique déterminée et relativement constante dans les limites d'une aire donnée ; toute association représente un stade plus ou moins stable et de durée plus ou moins longue dans une série, progressive ou régressive, d'associations.

Quant aux notions de station, de physionomie, de forme biologique, elles sont implicitement contenues dans celle d'association : toute association est, en effet, liée à une station déterminée et les espèces qui la constituent ont des caractères biologiques définis dont les plus apparents confèrent à cette association une physionomie propre.

En mettant au premier plan la composition floristique, on s'adresse au caractère le plus élémentaire et le plus concret du groupement végétal : l'analyse inductive s'exerce dès lors avec sa pleine valeur et ceci suffit pour justifier un tel choix.

A l'exemple des phytogéographes anglais, j'ai pensé qu'il était important d'introduire une notion dynamique dans la définition de l'unité géobotanique ; la proposition faite dans ce sens au Congrès de Bruxelles par le Comité anglais (Central Committee for the Survey

(1) Cette définition, qu'il est toujours bon de rappeler, est la suivante : *une association est un groupement végétal de composition floristique déterminée présentant une physionomie uniforme et croissant dans des conditions stationnelles également uniformes.*

L'association est l'unité fondamentale de la Synécologie.

and the Study of British vegetation» et considérant les associations comme « les phases différentes d'une succession », n'a pas eu grand succès auprès des Rapporteurs. D'après eux, « elle introduit trop d'hypothèses et de subjectivité » et, d'autre part, « elle va au delà des faits ; car la végétation est sans cesse modifiée par l'évolution de l'association, de sorte qu'il n'y a plus d'unité de station » [103, p. 6]. Si l'on applique avec prudence la méthode comparative et si l'on se borne aux successions bien nettes, le premier reproche tombe de lui-même. Quant au second, nous n'avons pas à le prendre en considération puisque, à l'inverse des phytogéographes anglais à qui il s'adresse, ce n'est pas la station, mais la flore qui constitue la base de notre définition.

* * *

Les différentes espèces dont l'ensemble constitue une association donnée n'ont pas toutes une valeur égale pour la diagnose du groupement ; les unes lui sont liées de façon absolue, les autres, moins exigeantes, se rencontrent aussi dans des associations affines, d'autres enfin, peuvent végéter indifféremment dans des groupements très dissemblables.

C'est à J. Braun-Blanquet que l'on doit d'avoir solidement établi cette notion de spécialisation sociologique des espèces, de *fidélité*, pour employer son propre terme.

Comme l'écrit Pavillard dans un excellent commentaire « si nous considérons, en effet, que chaque espèce s'épanouit et ne se maintient normalement que dans l'environnement qui lui convient le mieux, la fidélité sociologique nous apparaît comme l'empreinte de l'auto-écologie sur la composition floristique des groupements végétaux ; la plus ou moins grande indifférence à l'égard des groupements fréquentés étant l'indice de la souplesse des exigences ou des adaptations » [189 bis, p. 18].

Sous le terme général de caractéristiques [1], J. Braun-Blanquet

(1) Dès 1910, Thurmann [228] employait ce qualificatif, mais dans un sens différent : pour lui, les espèces caractéristiques sont celles qui « contribuent très particulièrement » à la physionomie du tapis végétal : « c'est à celles-là qu'il faut avoir recours » pour évoquer la végétation d'une région ou d'une station. Ce sont en somme, des caractéristiques physionomiques, des dominantes. Plus récemment, Brockmann-Jerosch [41] désigne sous le nom de *Charakterpflanzen* les constantes d'une association donnée, par opposition aux constantes ubiquistes qui se retrouvent dans plusieurs associations : mais c'est toujours la constance qui est mise au premier plan.

désigne les espèces qui sont plus ou moins étroitement liées à une association ; distinguant d'abord [26, 27] des caractéristiques de premier ordre, exclusives d'une association, et des caractéristiques de second ordre « moins strictement localisées », il a proposé plus récemment une série de termes établie comme suit, par ordre de spécialisation décroissante [28 bis] :

caractéristiques	exclusives
	électives
	préférantes
accessoires	indifférentes
accidentelles	étrangères

C'est cette méthode que j'ai adoptée pour l'analyse des associations représentées dans ce territoire par un nombre suffisant d' « individus » (1) ; mais, pour beaucoup de groupements, la distinction des trois catégories de caractéristiques est irréalisable, et les espèces sont alors simplement groupées en caractéristiques et en accessoires. Enfin, pour ne pas trop allonger les listes sociologiques, les espèces accessoires ne sont nommées que lorsqu'elles acquièrent un rôle important par leur dominance locale, leur constance ou leur intérêt géographique régional ; de même pour les espèces accidentelles.

Voici, d'ailleurs, quelques exemples qui feront saisir la distinction de ces divers types sociologiques.

Soit une association homogène, bien développée dans nos limites, l'association des moissons siliceuses à *Chrysanthemum segetum* : en analysant les relevés que leurs affinités floristiques évidentes permettent de grouper dans cette association, nous constatons que plusieurs espèces, *Myosurus minimus*, *Silene gallica*, par exemple, ne se trouvent jamais en dehors de l'association : ce sont, par conséquent, des caractéristiques exclusives.

D'autres, comme *Sisymbrium Thalianum*, *Trifolium arvense*, sont déjà moins spécialisées puisqu'elles peuvent végéter çà et là dans

(1) Il y aurait intérêt à adopter un mot bien défini et français pour désigner ce que j'appelle ici provisoirement « individu d'association », c'est-à-dire le groupe concret localisé, dont la collection compose l'association, au sens abstrait Le terme de « relevé » peut à la rigueur être employé à cet usage ; il évoque plutôt, toutefois, le résultat de l'opération faite sur le terrain que l'objet même de cette opération, c'est-à-dire la population végétale d'une portion de terrain.

les pelouses discontinues à *Corynephorus canescens*, mais en comparant leur fréquence dans les deux groupements nous remarquons, qu'elles sont plus étroitement dépendantes du premier : ce sont des caractéristiques électives.

En poursuivant le triage des éléments de l'association, on constate qu'un certain nombre d'entre eux, tels *Alchimilla arvensis*, *Sagina apetala* existent dans d'autres groupements comparables à celui-ci par un ou plusieurs caractères écologiques (ici, l'absence ou la faible quantité de calcaire dans le sol), mais c'est dans les moissons siliceuses qu'elles ont leur habitat préféré : ce sont des caractéristiques préférantes.

Enfin, des plantes comme *Rumex Acetosella*, *Draba verna*, dont l'indifférence sociologique se traduit par leur participation à plusieurs groupements très différents, méritent le nom d'accessoires.

La spécialisation d'une espèce dans telle ou telle association ne dépasse pas une certaine aire géographique : certaines espèces sont fidèles à un groupement donné dans toute l'étendue de leur aire, d'autres au contraire cessent de l'être au delà de limites territoriales plus ou moins vastes.

La connaissance de la valeur sociologique des espèces dans les différentes parties de leur aire doit donc être un des objets fondamentaux de la science des associations.

Provisoirement, faute d'éléments de comparaison assez nombreux, il faut se borner à rechercher cette valeur pour des territoires restreints, correspondant autant que possible à des unités géographiques naturelles : c'est ce que j'ai tenté de faire pour le Bassin de Paris et, lorsque cela était possible, pour les plaines de l'Europe occidentale.

Dans une région comme le Bassin de Paris, depuis longtemps habitée par une population dense, où la végétation a été, par suite, très modifiée, la détermination des caractéristiques est parfois fort délicate et c'est le plus souvent par une comparaison attentive avec des régions moins « civilisées » qu'il est possible de les dégager.

Malheureusement, la documentation personnelle sur place reste toujours limitée, et les listes que l'on rencontre dans les comptes-rendus d'herborisations et même dans beaucoup de travaux géobotaniques sont difficilement utilisables à cet effet : elles sont basées, en général, sur des considérations purement écologiques ou topo-

graphiques et les espèces n'y sont presque jamais groupées d'après leur valeur sociologique. La plus grande prudence s'impose donc dans leur dépouillement.

La notion de caractéristique est indépendante de toute considération de quantité ou de fréquence : « une espèce peut jouer un rôle physionomique tout à fait effacé, être en outre sporadique, très rare et isolée et avoir cependant la valeur d'une caractéristique exclusive... Mais si elle est à la fois caractéristique exclusive, constante, dominante, elle possède une valeur synécologique maximum » [28, p. 11].

Certaines Cypéracées, Graminées et Joncacées sociales telles *Scirpus fluitans*, *Corynephorus canescens*, *Juncus obtusiflorus* sont d'excellents exemples de caractéristiques dominantes et constantes. D'autres, au contraire, malgré leur rôle apparent et leur abondance n'ont qu'une valeur très réduite pour l'individualisation des groupements où elles végètent, ainsi *Juniperus communis*, *Brachypodium pinnatum*, *Phragmites communis*.

La première, qui apparaît comme un constituant important des associations de Graminées xérophiles sur le calcaire, n'y possède en réalité que la valeur d'une constante : elle croît aussi dans les landes et bois clairs des plateaux meuliers, dans les bruyères spongieuses à *Erica Tetralix* et en pleine tourbière calcaire, dans l'association à *Juncus obtusiflorus-Schœnus*.

Brachypodium pinnatum, dominante dans certains relevés de l'association à *Festuca duriuscula*, forme aussi des peuplements étendus dans la bruyère sèche à *Erica cinerea*, et l'on peut également le noter dans l'association à *Molinia cœrulea* de tourbière à Hypnacées.

Quant à *Phragmites communis*, qui domine dans la plupart des associations de tourbière à Hypnacées où il est ubiquiste, sa valeur différentiatrice est faible : il se montre, en effet, dans le bois tourbeux à Sphaignes, çà et là dans les aulnaies de vallées, enfin, on le rencontre quelquefois dans les moissons ou les prairies artificielles établies sur les marnes ou l'argile.

La notion de constance est donc indépendante de celle de « fidélité » : elle repose sur la fréquence générale de l'espèce dans l'association. On peut considérer comme constantes les espèces qui se

rencontrent dans la moitié au moins des relevés d'une association [27, 41] (1).

La statistique des constantes complète les données fournies par les caractéristiques en vue d'établir les affinités des associations.

Au même titre, la détermination du coefficient de communauté (2) permet des comparaisons précises entre deux relevés d'une même association ou deux associations.

* * *

Tous les groupements que nous analyserons ne sont pas également bien individualisés et l'on peut en distinguer plusieurs types.

1° Nous appellerons *associations principales* celles qui comportent un nombre plus ou moins élevé d'espèces caractéristiques.

On peut citer comme exemples, dans notre territoire, l'association à *Mnium rostratum* des rochers calcaires ombragés, l'association à *Staurastrum cuspidatum* et *Arthrodesmus Incus* du plancton des mares siliceuses, l'association des moissons siliceuses, l'association des pelouses calcaires à *Festuca duriuscula*.

2° A côté de ces groupements hautement individualisés, on en rencontre beaucoup où les caractéristiques sont absentes — ou représentées seulement par quelques préférentes — mais qui présentent néanmoins une individualité réelle grâce à un nombre élevé d'espèces constantes.

Malgré la valeur prééminente indéniable des caractéristiques pour l'individualisation des groupements, leur absence dans certains d'entre eux n'empêche pas qu'on les considère comme des associations lorsque la constance de leur cortège floristique est bien établie

Prenons, par exemple, l'association qui peuple le ballast des voies ferrées : en dehors de nombreuses espèces étrangères introduites

(1) Comme le fait remarquer Rübel [213], il faut, pour que l'établissement des constantes ne soit pas arbitraires, que les relevés soient assez nombreux et assez distants les uns des autres.

(2) Dans ses belles études statistiques, P. Jaccard [138-140] désigne par cette expression le rapport du nombre des espèces communes à deux territoires donnés au nombre total des espèces qu'ils possèdent ; ici, il s'agira, sauf indication contraire, du coefficient de communauté entre des relevés ou des associations.

par le tralic et presque toutes fugaces, population flottante essentiellement variable d'un point à un autre et d'une année à l'autre, on y rencontre un lot commun d'espèces particulièrement bien adaptées aux conditions très spéciales de cette station artificielle. C'est ainsi que d'après 15 relevés distants de 1 à 2 km. établis entre Conflans-Sainte-Honorine et Limay, les espèces suivantes apparaissent ensemble avec une constance remarquable : *Equisetum arvense*, *Polygonum aviculare*, *Atriplex patula*, *Brassica Napus*, *Convolvulus arvensis*, *Linaria vulgaris*, *Galeopsis Ladanum*, *Artemisia vulgaris*, *Senecio viscosus*.

Aux groupements comme celui-ci, nous donnerons le nom d'*associations secondaires* : beaucoup d'associations dégradées, stades régressifs d'associations principales, rentrent également dans cette catégorie Les associations des haies où se juxtaposent des espèces rudérales et des espèces silvatiques, les groupements marginaux des marais et des bois en sont aussi de bons exemples. Comme dans toute l'Europe occidentale, ce sont ces associations mixtes ou dégradées qui dominent dans notre territoire et qui contribuent principalement à la constitution du paysage botanique.

3° En dehors de ces deux types d'associations, nous aurons à analyser des groupements végétaux d'une hétérogénéité extrême et qu'il est par suite impossible de qualifier d'associations : ce sont des groupements fortuits ou passagers dont l'unité floristique à peu près nulle est parfois compensée par une localisation stationnelle bien définie et qui permet de les isoler. La florule des saules têtards nous en donne un excellent type. Des espèces appartenant à des associations totalement différentes peuvent se trouver côte à côte sur une même tête de saule et y accomplir leur évolution complète : cet exemple montre qu'à une station même très spéciale et bien individualisée ne correspond pas toujours un groupement homogène (1).

1. Voici quelques exemples de ces populations épiphytes (sur *Salix alba* surtout) :
sur un saule isolé, en lisière des bois, ferme des Tuileries, Cne d'Haravilliers : *Sorbus Aucuparia*, *Arrhenatherum elatius*, *Carex remota*, *Galeopsis Ladanum*, *Origanum vulgare*, *Galium Aparine*, *Polystichum Filix-mas* ;
sur un saule, à Vallière, près Santeuil : *Paris quadrifolia*, *Juniperus communis*, *Chærophyllum silvestre*, *Malachium aquaticum*, *Atriplex patula*, *Galium Aparine* ;
sur un saule, au bord de la Seine, à Porcheville : *Asparagus officinalis*, *Rumex Hydrolapathum*, *Phalaris arundinacea*, *Cardamine pratensis*, *Artemisia vulgaris*, *Mercurialis perennis*, *Solanum Dulcamara*.
Dans ces aggrégations hétérogènes créées par le hasard de la dissémination,

* * *

Beaucoup d'associations présentent, dans leur composition floristique, des variations qualitatives ou quantitatives qui permettent de distinguer des groupements d'ordre inférieur mais présentant néanmoins une individualité réelle.

Prenons, par exemple, l'association à *Juncus obtusiflorus* : elle a son plein développement dans la tourbière à Hypnacées, tourbière de vallées à fond calcaire ; son cortège floristique est très homogène et comporte un nombre important de caractéristiques et de constantes. D'autre part, nous rencontrons, à flanc de coteau, au niveau mouillé de l'argile plastique, de petits marécages tourbeux où *Juncus obtusiflorus* domine également, accompagné de quelques-uns seulement de ses associés caractéristiques ; par contre, quelques espèces absentes du type des vallées apparaissent ici sans qu'aucune soit, du reste, spéciale au groupement. Il ne s'agit évidemment pas d'une association autonome, mais de ce que nous appellerons une *variété d'association* (variety of association des phytogéographes anglais) : dans le cas cité ici, l'absence de certaines caractéristiques peut être rapportée au facteur physiographique représenté par la pente qui limite la formation de tourbe.

Lorsqu'il s'agit de variations quantitatives importantes dans la proportion relative des associés, c'est-à-dire lorsque certaines espèces dominent, on peut parler de *faciès* (1) : faciès à *Pteris*

chaque espèce est presque toujours représentée par un seul individu. Sur les quelque 150 espèces (plantes vasculaires exclusivement) que j'ai observées en épiphytes, la plupart sont transportées par le vent (52 °/₀) ou les animaux (32 °/₀). On consultera, pour plus de détails, le travail de Gallemaerts [113].

L'association à laquelle on pourrait rapporter ce groupement avec le plus de sûreté est celle des haies dont elle possède une partie des constituants.

(1) Dans son étude phytogéographique sur le Gâtinais français, F. Evrard [98] a employé ce terme dans un sens différent, mais malheureusement assez vague, faute de l'avoir défini au préalable : ses « faciès » correspondent, en somme, à des complexes d'associations et sont basés sur des caractères topographiques ou édaphiques (f. de mares siliceuses, f. de plaines sableuses, etc... . De même, ce qu'il appelle stations équivaut plutôt à des complexes de stations Il est ainsi amené à grouper dans une même liste des espèces appartenant à des associations très différentes, telles par ex. *Potamogeton coloratus*, *Drosera rotundifolia* et *Montia minor*. (*loc. cit.*, p. 46). On peut faire remarquer, à propos de l'emploi du mot faciès, combien le vocabulaire géologique a toujours tenté les phytogéographes ; formation, faciès, strate, régression, transgression sont autant de termes qu'ils ont transposés dans leur langage.

aquilina dans la Chênaie de Chêne sessile sur sol siliceux ; faciès à *Artemisia campestris* dans l'association à *Corynephorus canescens* ; faciès à *Carex acutiformis* dans l'association à *Alnus glutinosa*, etc. A côté de *faciès purs* comme ceux-ci, on peut désigner sous le nom de *faciès mixtes*, ceux dans lesquels une ou plusieurs espèces dominent simultanément : *Avena pratensis* et *Kœleria cristata* dans l'association à *Festuca duriuscula*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum limosum* et *Phragmites communis* dans l'association à *Cladium Mariscus*, sont des exemples répandus de faciès mixtes.

2. — FRÉQUENCE ET ABONDANCE

Lorsque l'on envisage la fréquence d'une espèce, on peut considérer ou bien sa *fréquence régionale*, c'est-à-dire sa dispersion dans le territoire étudié (= aire de dispersion de Thurmann [228]), ou bien sa *fréquence synécologique*, c'est-à-dire sa fréquence par rapport aux groupements dont elle fait partie.

Nous distinguerons la *fréquence synécologique générale* de la *fréquence synécologique locale* : la première se rapporte à l'ensemble des relevés d'une même association, à l'association, en un mot ; la seconde (= f. locale de P. Jaccard [139]), se rapporte à un relevé, à un individu de l'association.

J'ai réduit à 5 le nombre des degrés de fréquence susceptibles d'être facilement discernés : l'emploi d'un nombre plus élevé, 10 par exemple, donne l'illusion d'une approximation plus rigoureuse, mais la distinction entre deux termes consécutifs reste toujours embarrassante ; on peut s'en rapporter pour cette question aux préceptes nullement démodés de A. de Candolle « je me contenterai » dit-il, « de 5 ou 6 degrés pour exprimer des faits qui, de leur nature, sont vagues et difficiles à apprécier » (55, p. 259). Comme pour la fréquence régionale, j'emploierai pour la fréquence synécologique générale les symboles courants, CC, C, PC, R, RR, qui présentent une exactitude suffisante.

L'usage de méthodes plus rigoureuses est possible lorsqu'il s'agit de déterminer la fréquence locale des espèces : sans vouloir méconnaître le très sage conseil de A. de Candolle sur l'emploi des chiffres et l'écueil qu'est « l'apparence de la précision », il peut être

important de *comparer numériquement* la fréquence des espèces dans un ou plusieurs relevés d'une même association.

Parmi les méthodes employées à cet effet, j'ai adopté celle qui m'a paru le plus pratique et la moins arbitraire, celle de C. Raunkiær [200-201, 203].

Cette méthode a été peu pratiquée en dehors des pays scandinaves ; il ne sera donc pas inutile de l'exposer brièvement ici.

Elle consiste essentiellement à délimiter, dans l'aire occupée par l'individu de l'association que l'on veut étudier statistiquement, un certain nombre de surfaces égales et à noter les espèces qui existent dans chacune d'elles : la fréquence de chaque espèce est donnée par le nombre des surfaces où l'espèce en question est représentée : c'est ce que Raunkiær appelle la *valence*. Il faut, d'après cet auteur, que l'individu végétal soit enraciné dans les limites de la surface donnée ou qu'il y possède des pousses vivaces (1) : c'est là, semble-t-il, une règle trop absolue et, pour ma part, j'ai toujours également compté les espèces qui présentaient des organes végétatifs ou reproducteurs dans la surface donnée.

J'ai employé, pour la délimitation des surfaces, un cadre métallique carré facilement démontable, de 25 cm. de côté (2) ; dans chaque relevé le nombre de surfaces étudiées a été généralement de 25, parfois de 50, ce qui permet de ramener, dans tous les cas, la fréquence à 5 degrés. Les surfaces étaient prélevées à intervalles égaux et le long d'une ligne traversant l'aire à étudier, ou de deux lignes parallèles. Le tableau I représente le détail d'un relevé.

Les avantages de cette méthode sont multiples Elle permet tout d'abord de comparer avec précision la population végétale de deux ou plusieurs aires occupées par une même association ou plusieurs associations affines. Les données statistiques qu'elle fournit étant parfaitement comparables, on peut les appliquer à l'expression numérique *relative* de n'importe quel caractère écologique (proportion des divers types biologiques, des différentes modalités de dispersion, de pollinisation, etc.). Enfin, elle amène l'observateur à

(1) Pour les plantes à rameaux élevés, on considère la projection verticale de leurs organes perennants :

(2) C. Raunkiær employait d'abord un cadre de 1/10 m², puis un cercle limitant une même surface ; ayant, dès 1915, opéré un nombre important de relevés avec un cadre carré de 25 cm. de côté, avant d'avoir connu le détail de la méthode, j'ai continué à opérer avec la même surface.

Tableau I

ASSOCIATION A *ULEX NANUS* (Lande à Ajonc nain)

Les 25 carrés ont été prélevés à 2 m. d'intervalle et suivant deux lignes parallèles distantes de 3 m. L'aire occupée par la lande était comprise entre des taillis clairs de Chêne sessile et de Bouleau à sous-bois de *Calluna* et de *Molinia* peu dense. Plateau meulier près la tour de l'Hautie (C^ne^ de Triel) ; sol argileux recouvert d'une couche d'humus de bruyère de 10 cm. environ.

ESPÈCES	CARRÉS																									Fréquence et degrés de fréquence	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Calluna vulgaris	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	5
Ulex nanus	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	17	4
Erica Tetralix	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	14	3
Danthonia decumbens	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	14	3
Potentilla Tormentilla	+	.	.	.		.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	11	3
Rhamnus Frangula	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	+	.	10	2
Betula pubescens	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	6	2
Genista anglica	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1
Rubus fruticosus agg	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	3	1
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	3	1
Holcus lanatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Juncus effusus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Agrostis vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1

étudier avec soin des petites surfaces et à constater ainsi, non seulement la présence d'espèces qui auraient pu passer inaperçues (germinations, par exemple), mais encore la diversité florale élémentaire souvent extrême ; elle permet ainsi les mêmes constatations que la méthode de P. Jaccard [138-140] (1).

Dans l'étude des successions, lorsqu'il s'agit par exemple de connaître les variations de fréquence d'espèces sociales ou dominantes, elle est particulièrement intéressante à pratiquer et c'est là, en particulier, que j'en ai usé (2).

Mais il faut se garder de vouloir lui demander plus qu'elle ne peut donner : *elle complète l'analyse floristique ordinaire mais ne saurait la remplacer*. On conçoit facilement, par exemple, que toutes les espèces d'une aire donnée ne peuvent se rencontrer dans la surface réduite que représentent la somme des 25 ou 50 carrés. Enfin, elle doit toujours suivre l'analyse floristique ordinaire qui seule permet de délimiter l'individu d'association ; les carrés, pour donner des résultats valables doivent, en effet, rester dans les limites de l'aire occupée par une végétation homogène et de composition floristique bien connue

Pour connaître la fréquence absolue des différentes espèces dans une aire donnée, en un mot, la *fréquence individuelle* ou leur *abondance*, les phytogéographes américains, F. E. Clements en particulier [65], ont imaginé de compter *tous* les individus rencontrés dans des surfaces de 1 m², 2 m², 10 m² disposées régulièrement dans l'aire à étudier ; cette méthode donne des résultats probablement disproportionnés au temps qu'elle nécessite et s'avère d'une application quasi impossible lorsqu'on est en présence de végétation très dense où dominent les plantes à rhizomes ou à stolons. Elle peut

(1) La méthode quadratique de l'école d'Uppsala diffère de celle de Raunkiær en ce que la dimension des carrés varie suivant les groupements à étudier, « chaque association exigeant pour le développement de ses constituants essentiels, les constantes, une aire déterminée, l'aire minimum » [97, p. 35], et c'est cette aire minimum (*minimiareal*) qu'il faut déterminer pour chaque association.

2. Comme les relevés effectués par cette méthode ne représentent, malgré leur nombre élevé (près de deux cents), qu'une partie du total des relevés exécutés, ils ne figurent pas dans les tableaux analytiques sous leur expression numérique : les tableaux restent ainsi plus homogènes. Le détail et la comparaison des résultats statistiques obtenus par ces nombreux comptages seront d'ailleurs consignés dans une note ultérieure.

être utile et d'un maniement relativement aisé lorsqu'il s'agit d'associations à végétation clairsemée.

Pour l'indication de l'abondance des espèces, j'ai utilisé les cinq degrés suivants [28] :

5. *très abondant* (**ta**)
4. *abondant* (**abt**)
3. *peu abondant* (**pa**)
2. *rare* (**r**)
1. *très rare* (**rr**).

Quant aux termes *dominant* (**dt**), *localement dominant* (**ldt**) et *codominant* (**cdt**) ils expriment, dans les listes générales ou dans les relevés analytiques, l'abondance relative des espèces.

Dans certains cas enfin, il est intéressant de compléter ces indications par des renseignements sur la *densité*, la *hauteur*, la *prospérité* des espèces ; la détermination exacte de l'aire occupée par les individus de chaque espèce serait le meilleur moyen d'exprimer la part réelle que chacune d'elle prend dans la constitution du tapis végétal. T. Lagerberg [155 bis] a ainsi déterminé le « degré de recouvrement (1) » pour toute une série d'associations forestières en voie de reconstitution : cette détermination est très longue et très compliquée. En outre, elle n'est guère applicable — rigoureusement — qu'à l'étude de populations végétales dont les constituants ont des organes végétatifs disposés horizontalement, comme beaucoup d'espèces silvatiques ; enfin, elle n'a qu'une valeur saisonnière, toutes les espèces d'un groupement n'atteignant pas au même temps leur maximum de végétation.

Dans la majorité des relevés qui figurent dans ce travail, l'abondance des espèces a été indiquée ; dans certains cas, lorsque la comparaison minutieuse des relevés acquiert une signification importante (successions, en particulier), la fréquence locale est établie au moyen de méthodes statistiques (celle de C. Raunkiær, en général).

Il ne faut pas perdre de vue que le point important est la détermination de la fréquence synécologique générale et qu'une analyse trop spécieuse peut masquer la généralité de certains faits.

(1) Le degré de recouvrement est déterminé par la projection verticale des organes aériens sur le sol et exprimé par la proportion centésimale du terrain recouvert par rapport à l'aire considérée (= *pour-cent aire*).

3. — TYPES BIOLOGIQUES

Pour la caractérisation biologique des associations, j'ai adopté le système de C. Raunkiær [199], qui présente sur ceux de Drude [94] et de Warming [236-237], un double avantage de simplicité et d'homogénéité.

Considérant que le caractère biologique essentiel d'une espèce — au point de vue phytogéographique — est l'adaptation à passer la mauvaise saison, Raunkiær classe les plantes vasculaires d'après le degré de protection dont jouissent leurs pousses persistantes.

Fig. 4. — Teucrium montanum, Chaméphyte typique à rameaux couchés, ligneux et feuilles persistantes ; *n*, niveau du sol. 1/3 gr. nat. — Décembre 1918.

D'après cet auteur, cette protection dépend en premier lieu de la position de ces pousses par rapport au sol (survivance épigée ou hypogée) et, en outre, des particularités morphologiques ou physiologiques qu'elles possèdent (présence de gaines, d'écailles, concentration du suc cellulaire, etc...).

On peut ainsi distinguer, dans l'Europe tempérée, les types biologiques suivants (1) :

(1) J'ai cru devoir conserver, sans la modifier, la terminologie du botaniste danois ; on lui reprochera peut-être son allure pédante, mais c'est là un reproche que l'on pourrait tout aussi bien formuler à l'égard de mots non discutés comme Phanérogame ou chromosome et qui n'ont sur ceux-là que le bénéfice d'un usage plus ancien. Et si Thérophyte peut être remplacé avec avantage par annuel, il serait, par contre, malaisé de trouver des équivalents français et sans péri-

les PHANÉROPHYTES (Ph), arbres, arbrisseaux et lianes à bourgeons situés à une certaine hauteur au-dessus du sol (0m,25 au moins) et protégés par des écailles, rarement nus (*Viburnum Lantana, Juniperus communis*);

les CHAMÉPHYTES (Ch), sous-arbrisseaux bas (ne dépassant pas 0m,25), à bourgeons situés sur des rameaux dressés (*Erica Tetralix*, *Vaccinium Myrtillus*) ou couchés [*Genista prostrata*, *Teucrium montanum* (fig. 4), *Thymus Chamedrys*] et plantes herbacées ou sublignеuses à tiges rampantes (*Stellaria Holostea*, *Veronica officinalis*).

Fig. 5. — *Euphorbia Gerardiana* en hiver, Hémicryptophyte a jeunes feuilles imbriquees protégeant les bourgeons de l'année. 1/3 gr. nat. (Décembre 1918).

les HÉMICRYPTOPHYTES (H), plantes herbacées à bourgeons situés au ras du sol ou un peu au dessus et protégés alors par des gaines, des écailles ou les débris des anciennes feuilles [*Euphorbia Gerardiana* (fig. 5), *Geranium sanguineum* (fig. 6)].

les CRYPTOPHYTES (Cr), plantes herbacées à bourgeons situés dans le sol [GÉOPHYTES (G)], dans la vase [HÉLOPHYTES (Hl)] ou dans l'eau [HYDROPHYTES (Hd)], comprennent uniquement des plantes à rhizomes, à bulbes, ou à tubercules.

Enfin, à ces quatre classes composées en grande majorité d'espèces vivaces, s'en ajoute une cinquième qui ne comporte que des plantes annuelles passant la mauvaise saison à l'état de graines, ce qui leur assure une protection très efficace: les THÉROPHYTES (Th).

L'attribution de certaines espèces à tel ou tel de ces types est parfois embarrassante. La distinction entre les Chaméphytes suffru-

phrases pour les autres termes. Enfin, si leur emploi est à peu près négligé en France, on doit remarquer qu'ils sont généralement admis et souvent utilisés partout ailleurs.

tescentes à rameaux dressés et les Phanérophytes basses (NANOPHANÉROPHYTES) qui repose sur la taille de la plante est difficile dans certains cas : *Vaccinium Myrtillus* et *Calluna vulgaris*, par exemple, peuvent appartenir à l'un ou à l'autre type. Sous le couvert léger de la chênaie (*Quercus sessiliflora*), l'Airelle peut atteindre 0m,75 de

Fig. 6. — *Geranium sanguineum*, Hémicryptophyte à appareil assimilateur hivernal très réduit et bourgeons protégés par des écailles ; *n*, niveau du sol. 1/3 gr. nat. (Janvier 1919).

hauteur alors que sur les pentes tourbeuses découvertes ses rameaux ne dépassent guère 0m,20; ces deux espèces sont, du reste, notées comme Chaméphytes-Nanophanérophytes par C. Raunkiær [202]. Les vraies Chaméphytes sont celles qui possèdent uniquement des rameaux couchés, rampants sur le sol (*Coronilla minima*, *Glechoma hederacea*, *Lysimachia Nummularia*).

De même, la distinction entre Chaméphytes et Hémicrypto-

phytes ne va pas toujours sans difficulté. Ainsi *Polygala serpillacea* (fig. 7) *vulgaris, comosa* sont intermédiaires entre les deux types ; certaines Rubiacées également [*Asperula cynanchica* (fig. 8), *Galium saxatile, G. Mollugo, Astragalus monspessulanus* (fig. 9)].

Certaines espèces appartiennent simultanément à deux types,

Fig. 7. — *Polygala serpillacea* en hiver, type intermédiaire entre Chaméphyte et Hémicryptophyte avec tendance au type Hémicryptophyte ; *n*, niveau du sol 1/3 gr. nat. (Janvier 1920).

telles *Euphorbia amygdaloides*, Chaméphyte par ses tiges aériennes et Hémicryptophyte par ses bourgeons situés à ras du sol, (fig. 10) ; *Polygala calcarea* (fig. 11), *Rosa pimpinellifolia*, Nanophanérophyte par ses bourgeons épigés et Cryptophyte par ses pousses souterraines rampantes.

Les conditions stationnelles peuvent modifier le type biologique de certaines espèces ; à cet égard, les plantes amphibies sont particulièrement plastiques.

Beaucoup d'espèces annuelles peuvent devenir vivaces : *Scirpus setaceus*, Thérophyte estivale dans les stations inondées l'hiver et à végétation discontinue est Hémicryptophyte dans les prairies tourbeuses à végétation dense ; *Medicago Lupulina*, Thérophyte estivale dans les friches récentes et les prairies est Hémicryptophyte-Chaméphyte sur les pelouses calcaires.

Sur les rochers calcaires, nombre d'Hémicryptophytes émigrées des pelouses contiguës deviennent Chaméphytes, leurs pousses perennantes reposant directement sur la roche : *Silene nutans*, *Linum tenuifolium*.

Enfin, dans des climats différents, une même espèce peut appartenir à des types biologiques différents : certaines plantes qui végètent à la fois en montagne et en plaine en fournissent des exemples classiques [18, 20].

Fig. 8. — *Asperula cynanchica*, type intermediaire entre Chaméphyte et Hémicryptophyte, avec tendance au type Chaméphyte ; *u*, niveau du sol. 1/3 gr. nat. (Janvier 1920.)

Pour la subdivision de ces types biologiques, j'ai pris en considération un caractère de première importance tant pour l'autécologie de la plante que pour la physionomie des groupements : la durée de l'assimilation ou mieux, comme dit J. Massart, la répartition saisonnière de l'assimilation [170].

Le nombre des espèces qui possèdent des organes verts toute l'année est beaucoup plus important qu'on ne le croit généralement ; sans doute, la continuité de l'assimilation est plus ou moins effective suivant les conditions météorologiques de chaque année, mais sauf température hivernale excessive, il y a bon nombre de plantes qui gardent en hiver une partie de leurs feuilles estivales vertes ou qui

produisent à l'automne des pousses feuillées capables d'assimiler aux basses températures [*Lamium Galeobdolon* (fig. 12)]. Les très nombreuses herborisations que j'ai effectuées durant la mauvaise saison m'ont permis de déterminer, pour la presque totalité des plantes vasculaires du Bassin de Paris, la répartition saisonnière de l'assimilation.

Fig. 9. — *Astragalus monspessulanus* en hiver montrant les pousses persistantes appliquées sur le sol et les bourgeons protégés par les bases élargies des anciens pétioles, type intermédiaire entre Chaméphyte et Hémicryptophyte ; *n*, niveau du sol. 1/2 gr. nat.

En combinant ce caractère avec celui de la position des bourgeons hivernants, il est possible de distinguer les types suivants

I. **Phanérophytes**

A) Assimilation continue :

a) par feuilles et rameaux : *Juniperus*, *Ilex*, *Daphne Laureola*, *Rubia peregrina*, etc.;

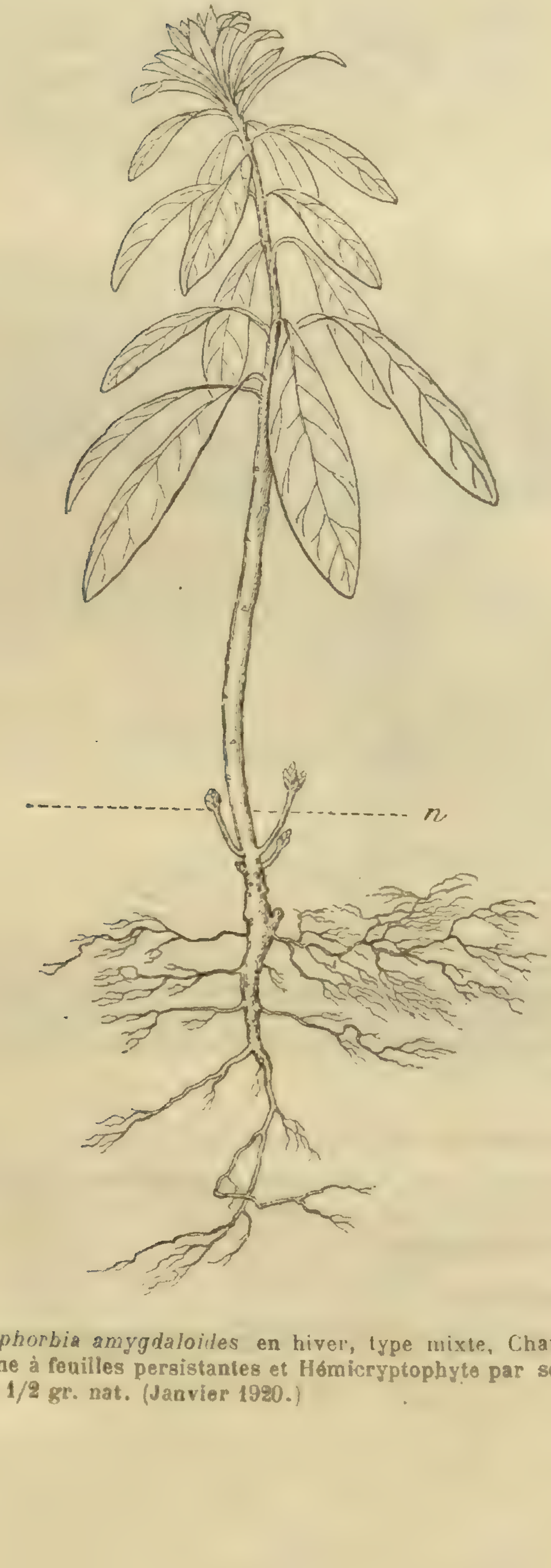


Fig. 10. — *Euphorbia amygdaloides* en hiver, type mixte, Chaméphyte par sa tige aérienne à feuilles persistantes et Hémicryptophyte par ses bourgeons à ras du sol. 1/2 gr. nat. (Janvier 1920.)

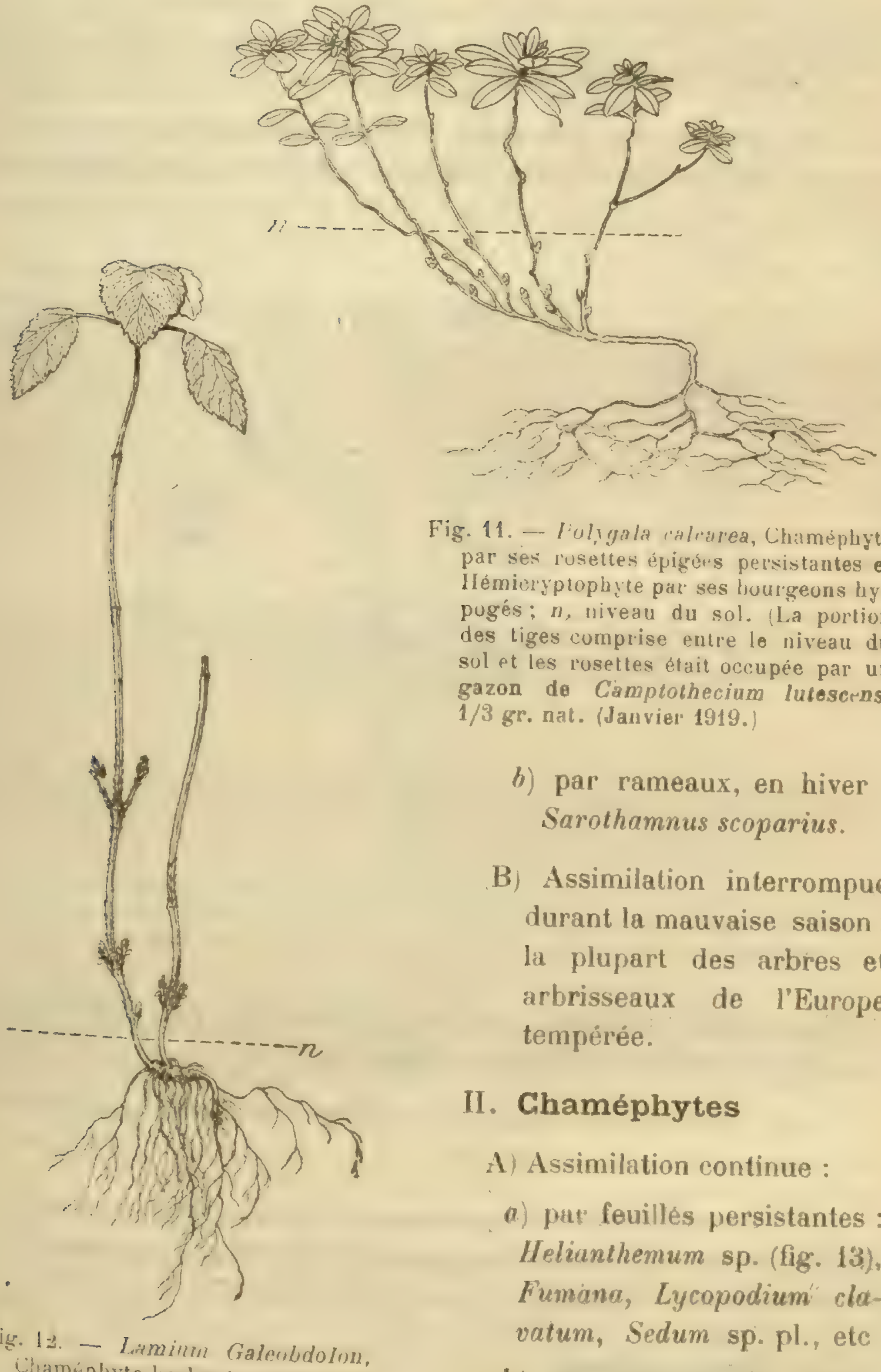


Fig. 11. — *Polygala calcarea*, Chaméphyte par ses rosettes épigées persistantes et Hémicryptophyte par ses bourgeons hypogés ; *n*, niveau du sol. (La portion des tiges comprise entre le niveau du sol et les rosettes était occupée par un gazon de *Camptothecium lutescens*) 1/3 gr. nat. (Janvier 1919.)

b) par rameaux, en hiver :
Sarothamnus scoparius.

B) Assimilation interrompue durant la mauvaise saison : la plupart des arbres et arbrisseaux de l'Europe tempérée.

II. Chaméphytes

A) Assimilation continue :

a) par feuilles persistantes : *Helianthemum* sp. (fig. 13), *Fumana*, *Lycopodium clavatum*, *Sedum* sp. pl., etc

b) par rameaux en hiver : *Genista prostrata*, *Vaccinium Myrtillus*.

Fig. 12. — *Lamium Galeobdolon*, Chaméphyte herbacée conservant des feuilles hivernales lorsqu'elle végète dans des stations abritées 1/2 gr. nat. Janvier 1920.)

B) Assimilation discontinue : *Artemisia campestris*.

III. **Hémicryptophytes**.

A) Assimilation continue : *Asarum europæum*, *Blechnum Spicant*, *Pirola rotundifolia*, *Anemone Hepatica*, beaucoup de plantes à rosette, vivaces comme *Bellis perennis*, *Arabis hirsuta* (fig. 14), *Anthemis nobilis* (fig 15), ou bisannuelles comme nombre

Fig. 13. — *Helianthemum montanum*, Chaméphyte à rameaux étalés-dressés, à feuilles persistantes ; individu jeune montrant déjà la disposition en coussinet lâche que l'on observe chez les individus âgés. 1/3 gr. nat. (Décembre 1918.)

de Chicoracées, certains *Verbascum*, *Melilotus*, etc.; en outre beaucoup de Cypéracées et Graminées mésophiles.

B) Assimilation hivernale-estivale : *Primula grandiflora*, *Doronicum plantagineum* (fig. 16).

C) Assimilation vernale-autumnale : *Brachypodium pinnatum*, *Nardus stricta* et d'autres Graminées xérophiles, *Athyrium Filix fœmina*, *Primula officinalis*, *Ononis Natrix* (fig. 17).

IV. **Cryptophytes**

A) Assimilation continue : *Glyceria fluitans*, *Cladium Mariscus*, *Asperula odorata*.

B) Assimilation vernale (et prévernale) : la plupart des géophytes silvatiques (*Paris quadrifolia*, *Endymion*, *Scilla bifolia*, *Anemone nemorosa* etc.), *Botrychium Lunaria*.

C) Assimilation-vernale, estivale : *Pteris*, *Convallaria*, *Polygonatum* sp., beaucoup d'Hydrophytes et d'Hélophytes.

D) Assimilation autumnale-vernale : *Scilla autumnalis*, *Arum italicum*, *Allium vineale*, *Ornithogalum umbellatum*, plusieurs Orchidées à tubercules.

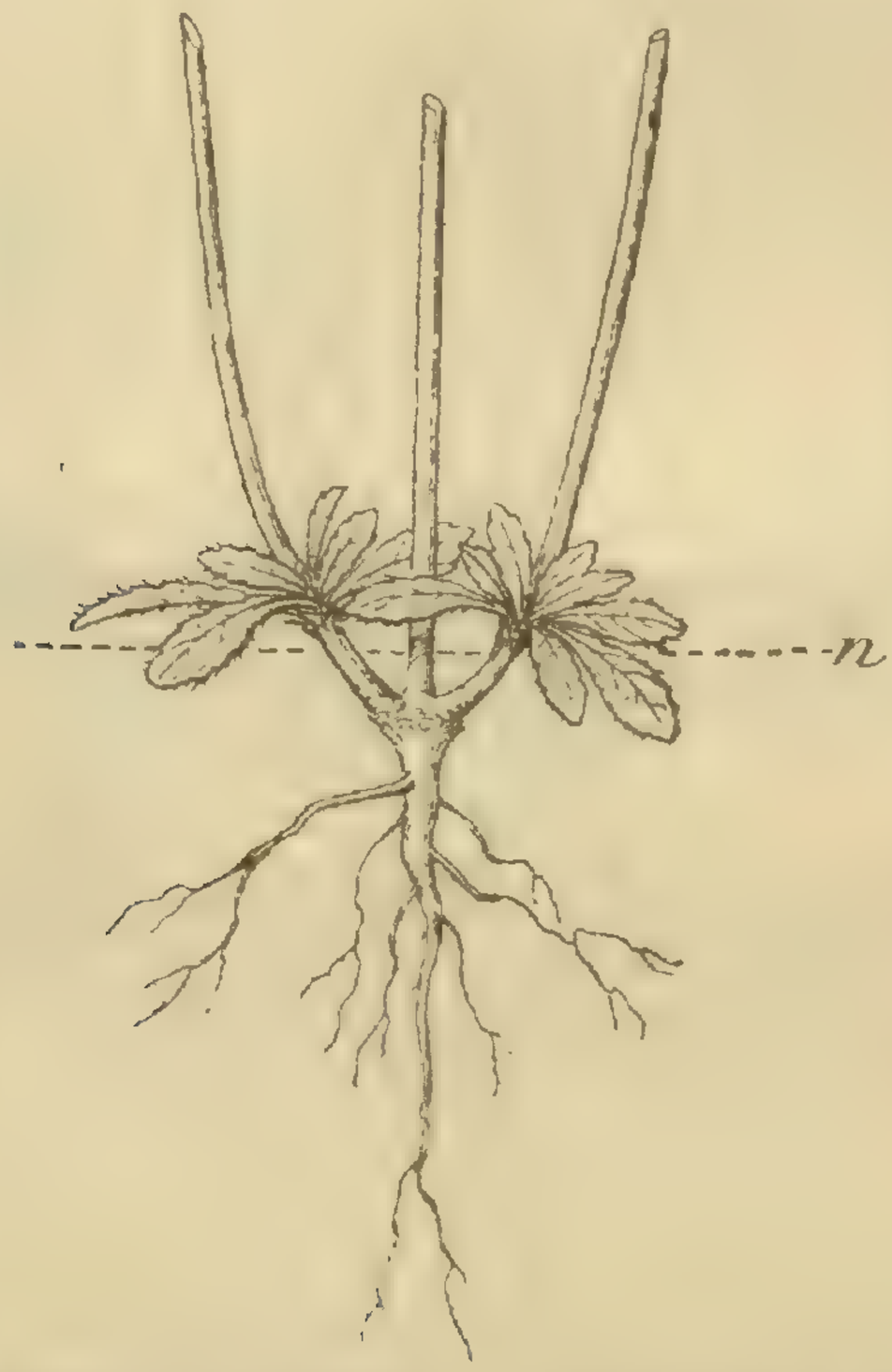


Fig. 14. — *Arabis hirsuta*, Hémicryptophyte rosettée a assimilation continue *n*, niveau du sol. 1/3 gr. nat. (Janvier 1919.)

V. Thérophytes

A) Assimilation hivernale : la germination a lieu à l'automne, la plante passe l'hiver à l'état de rosette et fleurit au premier printemps, c'est donc la saison chaude qui constitue ici la saison de vie latente à l'état de graines. A ce groupe, auquel convient le nom de Thérophytes vernales, appartiennent, par exemple, *Draba verna*, *Mibora minima*, *Myosurus minimus*, *Hutchinsia petræa* *Holosteum umbellatum*, etc.

B) Assimilation estivale : la germination se fait au printemps et la période de vie active coïncide avec la saison chaude. *Gentiana germanica*, *Impatiens Noli-tangere*, *Galeopsis Ladanum*, *Cicendia filiformis*, *Cyperus fuscus*, *Urtica urens*, *Chenopodium* sp. pl., sont des exemples de ces Thérophytes estivales ;

C) Assimilation en toute saison : dans ce groupe, peu nombreux, se placent les espèces dont les graines mûrissent rapidement et peuvent germer toute l'année, telles *Poa annua*, *Capsella Bursa-Pastoris*, *Calendula arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Galium Aparine*.

Fig. 15. — *Anthemis nobilis* en hiver, Hémicryptophyte subrosettée à assimilation continue ; *n*, niveau du sol. 1/3 gr. nat. (Décembre 1918.)

Sous le terme de *spectre biologique*, C. Raunkiær désigne la proportion centésimale de ces types biologiques dans une région donnée ou dans un groupement déterminé.

« D'après la prédominance de l'un ou de l'autre de ces types, il parle, par exemple, de climat à Chaméphytes (zone arctique), de climat à Phanérophytes toujours vertes (zone tropicale), de formations d'Hémicryptophytes (prairies mésophiles), etc.

Dans le bassin de Paris, comme dans toute l'Europe tempérée, ce sont les Hémicryptophytes qui dominent exprimant le climat général, mais dans certains groupements, leur proportion centé-

simale s'abaisse au profit d'autres types, soulignant ainsi l'existence de ces climats locaux, dûs aux conditions physiographiques ou édaphiques particulières aux diverses stations d'un territoire donné.

De fait, si l'on compare au spectre biologique général de notre

Fig. 16. — *Doronicum plantagineum* en hiver, Hémicryptophyte à assimilation interrompue pendant la saison sèche, de mai à octobre ; *n*, niveau du sol. 1/2 gr. nat. (Janvier 1920.)

dition ceux de groupements comme l'association à *Corynephorus canescens*, l'association à *Festuca duriuscula*, l'association à *Quercus pedunculata* ou toute autre association bien individualisée, on constate des variations significatives dans la proportion des différents types. Nous verrons, en effet, lors de l'étude détaillée de ces associations que, dans la première, les Thérophytes dominent nettement, dans la seconde, les Chaméphytes jouent un rôle impor-

tant en comparaison de leur part dans le spectre régional ; la troisième enfin, par la prédominance marquée des Hémicryptophytes

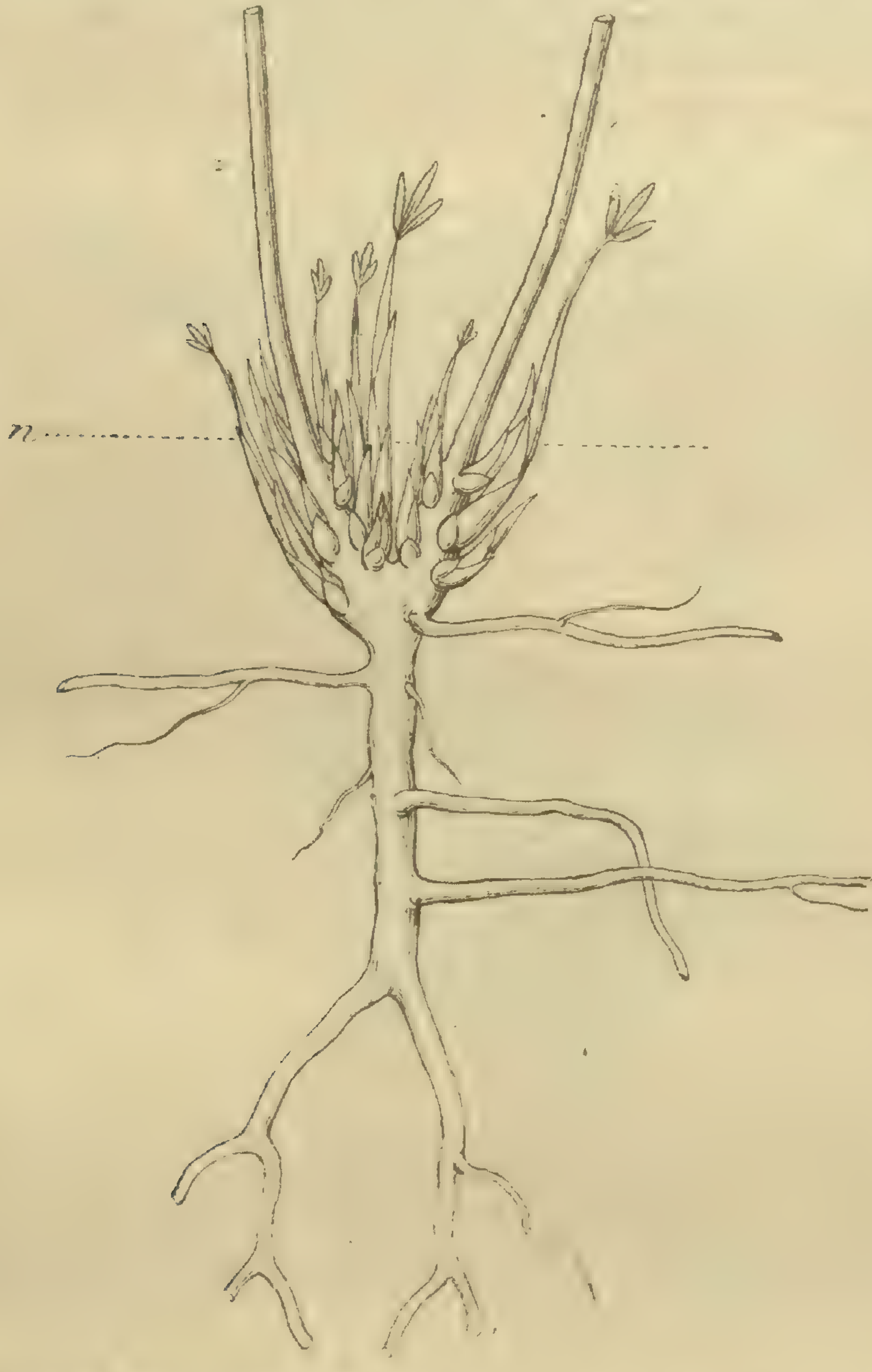


Fig. 17. — *Ononis Natrix*, Hémicryptophyte à assimilation interrompue en hiver, à jeunes pousses protégées par des écailles, *n*, niveau du sol 1/3 gr. nat. (Janvier 1919.)

montre qu'elle appartient à un des types de végétation caractérisant le mieux le climat du Bassin de Paris.

Le tableau et la figure ci-contre (Tabl. II et fig. 18) représentent, d'une part (A), le spectre total, actuel de notre territoire, d'autre

part (B), le spectre partiel, primitif ; le premier comprend, outre les espèces spontanées, les plantes naturalisées de longue date ou en voie de naturalisation, comme la plupart des messicoles ou des rudérales, le second ne comporte que les espèces de spontanéité non douteuse.

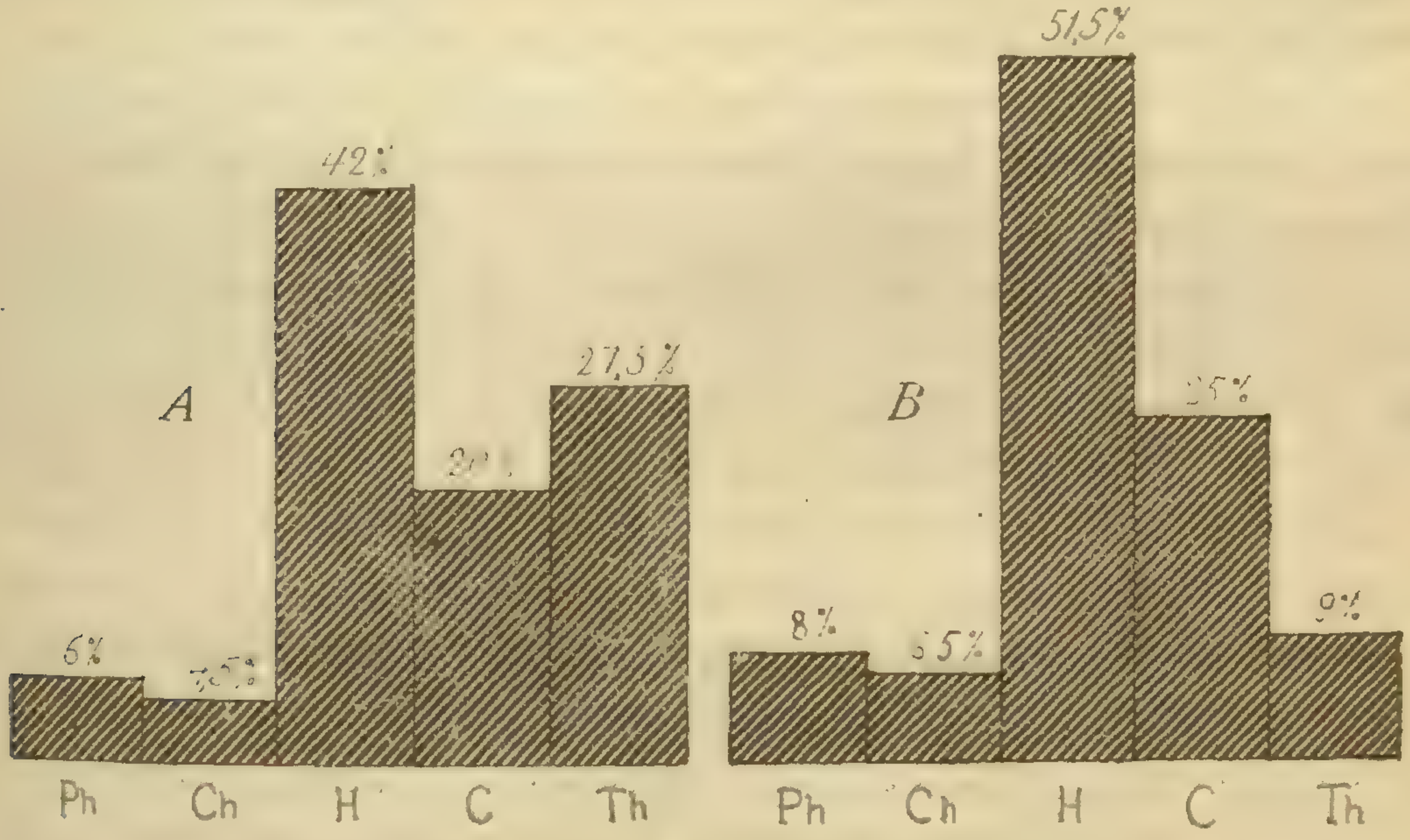


Fig. 18. — Diagrammes représentant le « spectre biologique » c'est-à dire la proportion centésimale des cinq types biologiques dans la flore du Vexin français ; *A*, « spectre » total ; *B*, « spectre » primitif.

La comparaison des deux diagrammes montre que la différence essentielle des deux spectres porte sur la proportion respective des Thérophytes dont le nombre s'abaisse des deux tiers dans le spectre primitif ; la plupart des plantes non spontanées sont, en effet, des annuelles.

TABLEAU II

	SPECTRE TOTAL (A)	SPECTRE PRIMITIF (B)
Phanérophytes	81	64
Chaméphytes	55	53
Hémicryptophytes	488	417
Cryptophytes	222	207
Thérophytes	321	87
TOTAL DES ESPÈCES	1.167	828

4. — ASPECTS SAISONNIERS

Au cours de l'année, l'aspect des groupements, leur physionomie, varie suivant l'ordre dans lequel les différentes espèces qui les constituent développent leur appareil végétatif aérien et leurs fleurs ; dans les groupements auxquels participent des plantes sociales, ces aspects sont particulièrement tranchés, telles, par exemple, les associations de Graminées xérophiles qui peuplent les côtes crayeuses de la vallée de la Seine et où la floraison successive de *Sesleria caerulea*, des Hélianthèmes, d'*Ononis Natrix*, de *Linosyris vulgaris* animent le paysage de mars à octobre.

Cette notation des aspects saisonniers, qui a inspiré de belles pages descriptives à Lecoq (1), à Kerner et à d'autres phytogéographes a été plus précisément fixée (trop précisément même) par les géobotanistes américains.

Suivant que les espèces dominantes d'un groupement se manifestent successivement ou simultanément, on peut parler d'aspect monotone ou d'aspect varié : dans la chênaie de Chêne pédonculé, par exemple, la floraison précoce de *Primula grandiflora* détermine un aspect monotone bientôt suivi d'aspects variés où *Anemone nemorosa*, *Endymion nutans*, *Lamium Galeobdolon*, jouent les principaux rôles.

Certains groupements gardent pendant une grande partie de l'année un aspect monotone : les peuplements purs de *Calluna vulgaris* ou de *Sarothamnus scoparius* sont typiques à cet égard.

On peut distinguer, dans la plupart des associations, un aspect hivernal déterminé par la proportion des espèces à feuilles persistantes et des espèces à assimilation interrompue durant la saison froide ; un aspect prévernal particulièrement net dans les associations silvatiques ; un aspect vernal qui se manifeste surtout dans les groupements mésophiles de lumière ; un aspect estival plus spécialement caractérisé dans les groupements d'hydrophytes et d'hélophytes ; un aspect autumnal déterminé par le développement des pigments d'arrière-saison.

Dans le cas des associations planctoniques, les aspects saisonniers sont particulièrement bien différenciés et la dominance successive des espèces permet des distinctions plus rigoureusement établies.

(1) Sa Géographie botanique de l'Europe [162] renferme une foule de suggestions originales dont plusieurs ont été reprises et développées par des phytogéographes contemporains comme des innovations.

5. — SUCCESSION ET DÉVELOPPEMENT DES ASSOCIATIONS

L'étude des successions, c'est-à-dire des séries de groupements végétaux qui se succèdent dans une même localité, a pris depuis une vingtaine d'années, et aux Etats-Unis surtout, une importance croissante. La bibliographie qui s'y rapporte est déjà considérable et dans une monographie récente, F. E. Clements [66], un des promoteurs de la phytogéographie dynamique, a exposé et discuté les travaux où cette notion est utilisée. On trouvera, en outre, dans Lüdi [166], un exposé plus succinct de la question.

H. Ch. Cowles, à qui l'on doit quelques-uns des meilleurs travaux sur ce sujet [78-79], distingue, d'après la cause déterminante, trois types de successions :

1. Successions climatiques dues aux changements de climats et s'étendant, par suite, sur de longues périodes : elles demeurent du ressort de la paléobotanique et portent plutôt sur des successions de types de végétation que sur des successions d'associations ;

2. Successions topographiques déterminées par des modifications relativement rapides dans le modelé de la surface terrestre (érosion, sédimentation, inondation, etc.) ;

3. Successions biotiques provoquées par l'homme, les animaux ou les végétaux.

Dans cette dernière catégorie, on peut distinguer les successions artificielles où l'intervention de l'homme joue un rôle important (coupes, plantations, etc.) et les successions naturelles où la libre interaction des organismes est seule en jeu ; il faut remarquer que dans les deux cas l'évolution peut être la même, la cause initiale seule étant différente.

Dans une série évolutive, certains groupements ont une durée plus longue que les autres, une stabilité plus grande : sous le nom de *climax*, les phytogéographes américains désignent le groupement final, stable, qui termine une série, le groupement *climatique*, c'est-à-dire déterminé par le climat de la région considérée. Dans une grande partie de la zone tempérée, par exemple, les associations d'arbres feuillus représentent de tels groupements.

Si l'on admet dans toute série un terme final, stable, il est permis de parler de successions progressives et de successions régres-

sives suivant que les termes de la série tendent vers le climax ou s'en éloignent.

Prenons l'exemple classique des groupements marginaux aquatiques : par sédimentation organique, inorganique ou mixte, les associations aquatiques sont graduellement remplacées par des associations de hautes herbes à leur tour supplantées par une prairie d'herbes mésophiles ou une population d'espèces turficoles suivant les modalités du drainage naturel, enfin, un taillis d'arbres mésophiles terminera la série dont le caractère progressif est évident. Mais si, par une cause accidentelle ou non, le niveau de l'eau s'élève dans la prairie mésophile ou la tourbière, les associations aquatiques réapparaissent : la succession est régressive. Beaucoup de successions régressives sont dues à l'action de l'homme ou des animaux domestiques.

Dans la plupart des cas, l'étude des successions doit se faire par la méthode comparative : en effet, sauf lorsqu'il s'agit de groupements à évolution rapide qui peuplent les aires dénudées, on ne peut observer dans une même localité tous les termes d'une série et c'est en comparant ces termes dans des localités différentes, mais répondant à des conditions générales similaires, qu'il est possible de reconstituer cette série. C'est de cette façon que j'ai pu étudier, par exemple, la série qui, dans les mares siliceuses des plateaux meuliers vexinois, mène de groupements planctoniques et hydrophytiques à des associations xérophiles ou mésophiles.

Si ce fait de succession possède une valeur très générale pour ce qui regarde les groupements naturels, il faut remarquer, qu'en ce qui concerne les associations culturales, on se trouve en présence d'alternance plutôt que de succession, ou, si l'on préfère, il s'agit alors de succession à courte période et sans groupement final. Sur les grands plateaux de culture du bassin de Paris, chaque type de culture successif moissons, cultures sarclées, prairies artificielles) possède en propre un nombre important d'espèces spéciales : les éléments communs restant en nombre relativement faible. C'est seulement dans le cas où des parcelles restent à l'abandon que des groupements semi-naturels, puis naturels se reconstituent progressivement : d'où l'intérêt que présente l'étude minutieuse des terrains abandonnés.

Le peuplement végétal des sols nouveaux est particulièrement

instructif pour l'étude dynamique des groupements, qu'il s'agisse d'aires naturellement nues (alluvions de rivières, éboulis, etc. ou artificiellement dénudées (talus, carrières, etc.)

Les phases successives du peuplement — groupements initiaux « pionneer association » des phytogéographes américains — y sont généralement bien nettes et le développement des associations qui s'installent sur ces aires se laisse décomposer facilement. L'association se construit progressivement, s'individualise peu à peu et se prolonge dans un nouveau groupement : on peut donc distinguer dans l'évolution d'un groupement une phase de jeunesse, une phase de maturité et une phase de sénescence.

De même, qu'il est possible de déterminer les stades d'une série d'associations, on peut, de même, constater, dans une même association, des variations successives dans la proportion relative des différentes espèces, en un mot, des successions de faciès : dans les associations de prairies mésophiles, par exemple, certaines graminées sociales peuvent se substituer partiellement à d'autres sans que la composition floristique générale se modifie qualitativement.

On comprendra qu'il est souvent difficile d'assigner, avec certitude, à tous les groupements, une place dans une série déterminée ; si certaines séries — les séries qui débutent par des groupements aquatiques, par exemple, — sont relativement faciles à analyser, il n'en est pas de même pour beaucoup d'autres dont l'évolution est entravée ou dont différents stades n'existent plus.

C'est, du reste, cette discontinuité trop fréquente qui m'a empêché de prendre cette notion de succession comme principe de classification des groupements végétaux.

6. — CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE DES ASSOCIATIONS

En analysant les diverses associations d'un territoire, on constate qu'elles présentent entre elles des affinités naturelles, en d'autres termes, qu'il est possible d'établir des *groupes d'associations*.

A dire vrai, ce ne sont pas les systèmes qui manquent où l'on puisse trouver des suggestions : système climatico-écologique comme celui de Schimper [216], écologique tel celui de Warming [236-237]

ou de Gola [121], dynamiques comme ceux de l'école américaine ou physionomico-écologique comme celui de Brockmann-Jerosch et Rübel [42].

Mais, puisque le critérium floristique est considéré ici comme la base de la synécologie des associations, il paraît rationnel que ces groupes d'associations s'appuient sur le même principe.

J. Braun-Blanquet propose d'utiliser les espèces caractéristiques « pour établir le degré relatif d'affinité entre les associations ». Il considère « comme groupe d'associations celles qui possèdent entre elles une proportion notable de caractéristiques communes » telles « les associations des rochers et des murs, des dunes,... des tourbières,... d'un territoire donné » [27, p. 47].

Si une telle méthode basée sur les affinités floristiques est rigoureusement applicable (non sans difficulté, cependant dans une région où les associations sont bien développées et nettement individualisées, elle est, par contre, insuffisante, à elle seule, là où les groupements bien circonscrits sont en minorité et où les associations mixtes, dégradées ou fragmentaires dominent, comme c'est le cas pour notre dition.

Il faut, dès lors, faire intervenir également les affinités écologiques ou physionomiques : nous parlerons donc d'associations des tourbières à Hypnacées, des pelouses à Graminées xérophiles, d'associations aquatiques, saxicoles, rudérales, etc.

Il était tentant, dans un territoire peu étendu, comme celui-ci, de grouper les associations d'après les étages géologiques et les formes topographiques : associations des côteaux du calcaire grossier, des alluvions anciennes, des mares des plateaux meuliers, etc... Mais il aurait fallu, de cette façon, réunir dans un même groupe les associations très diverses qui peuvent se rencontrer sur un même terrain; d'autre part, il était peu facile d'éviter les redites, une même association pouvant exister sur des sols d'origine différente.

Quant à la classification, plus générale, en groupements naturels, semi-naturels et culturaux, adoptée par J. Massart [171] et J. Laurent [161], elle m'a semblé parfois arbitraire : car, si les groupements culturaux sont faciles à séparer des autres, par contre, dans bien des cas, il est embarrassant de distinguer entre une association naturelle et une association semi-naturelle.

Pour ce qui regarde la dénomination des groupements, je me suis efforcé d'être aussi simple que possible.

Les associations principales sont nommées d'après une ou deux des espèces caractéristiques, autant que possible constantes ou dominantes ; les associations secondaires et les autres groupements d'après une espèce dominante ou constante. Et généralement, la mention d'un fait écologique ou physionomique important complète le titre dont le seul énoncé doit évoquer les caractères essentiels du groupement : bruyère spongieuse à *Erica Tetralix*, rochers calcaires frais à *Mesophylla nigrella*, cultures sarclées à *Chenopodium hybridum* et *Digitaria sanguinalis*.

Quant à la terminologie gréco-latine dont les phytogéographes ont abusé — les américains tout particulièrement — elle a été employée ici le moins souvent possible, et toujours en second rang. En effet, il est tout aussi clair, et à coup sûr moins pédant, de dire, par exemple, prairie tourbeuse drainée à *Molinia* et *Brachypodium pinnatum* ou lande à *Ulex nanus* plutôt que « *Molinia-Brachypodium ochetio-telmatium* » ou « *Chamephytium Ulicis nani* » (1).

(1) A propos de la création de termes nouveaux — qui ne désignent que trop souvent des objets ou des notions déjà connus ou analysés — on pourrait rappeler ces quelques lignes, si raisonnables, d'A. de CANDOLLE, « une satisfaction que j'ai éprouvée a été de n'introduire aucun terme nouveau. Bien plus, il m'a été possible de renoncer, sans inconvénient, à deux ou trois expressions techniques, dont je m'étais servi autrefois, et je l'ai regardé comme un progrès » [55, p. XVIII].

II. — ÉTUDE SPÉCIALE DES ASSOCIATIONS

1. — ASSOCIATIONS PLANCTONIQUES

La plupart des relevés provenant de pêches planctoniques faites dans les principales stations aquatiques de ce territoire, peuvent se répartir en deux types essentiels :

1° Plancton à Diatomées;

2° Plancton à Desmidiées.

Chacun d'eux comprend un certain nombre d'éléments caractéristiques appartenant surtout à ces deux groupes systématiques. Les Flagellés, et surtout les Protococcales, y jouent aussi un rôle important, mais sont représentés par des éléments communs, pour la plupart, aux deux types de plancton et dès lors moins significatifs.

Le plancton à Diatomées correspond à des eaux dont la minéralisation est élevée ou moyenne, et, dans le cas des grands cours d'eau, à des eaux contaminées, riches en matières organiques.

Le plancton à Desmidiées est localisé dans les stations aquatiques où l'eau est, au contraire, très faiblement minéralisée, de provenance météorique.

(A suivre.)

LE RYTHME SAISONNIER

ET

LE RÉVEIL DE LA TERRE

par M. Auguste LUMIÈRE

Le rythme saisonnier suivant lequel l'activité de la végétation se manifeste dans nos climats, dépend incontestablement des variations de température qui marquent les différentes époques de l'année.

Les effets de la chaleur solaire sur le développement des végétaux paraissent même, a priori, si certains, qu'on se contente en général, de les invoquer uniquement pour expliquer les différences considérables d'intensité que l'on constate dans les phénomènes vitaux survenant chez les plantes, d'une saison à l'autre.

Il est cependant un fait assez singulier qui semble échapper, tout au moins directement et dans une certaine mesure, à ces influences thermiques et sur lequel l'attention des botanistes a été attirée en 1915 par Muntz et Gaudechon (1).

« A la fin de la période hivernale, écrivent ces auteurs, on constate dans la terre arable, un véritable réveil, comme si après un long engourdissement, elle revenait à la vie, acquérant d'une manière brusque et pour ainsi dire sans transition, une activité particulière. Il est difficile de définir ces manifestations ; elles se sentent plutôt qu'elles ne se décrivent : la terre a une autre allure, elle se travaille d'une manière différente, s'émiette et foisonne sous la bêche, émet des vapeurs, et de petites herbes apparaissent à la surface ; c'est tout un ensemble d'indices qui ont de tout temps,

(1) A. Muntz et H. Gaudechon. (*C. R.* 22 janvier 1912, p. 163). (*Annales de la Science agronomique française et étrangère,* juillet 1913, p. 1).

frappé l'esprit des gens de la campagne et pour caractériser cette apparition, ils emploient des expressions locales souvent pittoresques, telles que : la terre est *en travail*, ou la terre est *en amour*, ou encore la terre est *amoureuse*, sans d'ailleurs chercher la cause d'un état si visible..... »

A première vue, Muntz et Gaudechon ont pensé que l'on pouvait espérer trouver la raison de ces apparences dans les phénomènes biologiques dont la terre est le siège et que la cause déterminante devait en être le relèvement de la température qui se produit au premier printemps.

Considérant alors que parmi les transformations qui s'effectuent au sein de la terre arable, celles qui se rapportent aux actions microbiennes de la nitrification devaient être les plus caractéristiques et les plus importantes, ces expérimentateurs s'attachèrent à rechercher une relation de cause à effet entre ces phénomènes de fixation de l'azote par le sol et le réveil de la terre.

Ils entreprirent dans ce but des essais au moyen d'échantillons de terreau et de terre bien homogènes ; ces échantillons étaient divisés en lots identiques placés exactement dans les mêmes conditions et en particulier à la même température. Ces lots, préalablement stérilisés puis ensemencés avec des bactéries nitrifiantes à diverses époques de l'année, montrèrent que la proportion d'azote fixée par les microorganismes augmentait fortement au mois d'avril.

Muntz et Gaudechon interprétèrent ces résultats en attribuant aux microbes mis en œuvre une sorte de prédilection pour une période déterminée, une accoutumance, un véritable fait d'atavisme qui conférait aux bactéries du sol une vitalité plus grande à un moment donné de l'année, indépendamment d'ailleurs de toutes les autres conditions extérieures. Ils rapprochèrent ce fait des observations relatives à la germination des graines qui, récoltées sous une latitude élevée, ne lèvent pas dans nos contrées en même temps que les graines indigènes, mais plus tardivement et à une époque qui correspond approximativement à celle de leur levée dans leur pays d'origine, acceptant ainsi l'opinion commune qui fait dépendre cette propriété d'une sorte d'habitude, d'une ressouvenance atavique.

Pour les auteurs précités, le réveil de la terre serait donc provoqué par une recrudescence de la nitrification liée elle-même à une propriété des bactéries qui la réalisent.

Cette explication recule les limites de notre problème sans en donner une solution précise ; elle présente en outre, un caractère mystérieux dont nous ne pouvons nous contenter et paraît aussi en désaccord avec d'autres faits plus positifs et notamment avec les propriétés générales des microorganismes.

Si nous isolons en effet les bactéries nitrifiantes de la terre, et si nous les ensemençons sur un milieu de culture convenable en les soumettant à une température constante, nous pourrons constater que le poids d'azote fixé, dans le même temps et dans les mêmes conditions, ne variera en aucune façon, quelle que soit la saison au cours de laquelle on opère.

On n'a jamais constaté chez les microbes, de tendances analogues à celles que leur attribuent Muntz et Gaudechon pour expliquer un phénomène qui doit dépendre en réalité d'autres causes.

Ce sont ces causes que nous avons recherchées et une observation fortuite nous a permis de dégager l'une d'entre elles parmi ces facteurs complexes promoteurs de la manifestation saisonnière qui nous occupe.

Au mois de novembre 1919, à l'occasion d'une étude sur la composition d'un terreau formé depuis peu d'années, nous avions épuisé ce terreau par l'eau distillée, de façon à entraîner tous les produits solubles, puis après ce traitement, nous l'avions abandonné dans le laboratoire, quand nous avons vu, au bout de quelques jours, apparaître à sa surface, puis se développer avec une vigueur toute printanière, des petites herbes provenant de la germination de graines demeurées jusque-là en sommeil et qui sont entrées en activité végétative dès que les corps solubles qui imprégnaient le terreau ont été éliminés.

Un autre échantillon du même terreau, maintenu à un état d'humidité favorable par des arrosages appropriés et placé dans des conditions de température identiques, est demeuré complètement stérile.

Les figures 1 et 2 enregistrent le résultat de cette expérience qui montre bien que la lixiviation entraîne des produits entravant la germination.

En épuisant méthodiquement 10 kilogrammes du même terreau et en évaporant les eaux de lavage à basse température de manière à

ramener leur volume à 1 litre, nous avons obtenu une liqueur rougeâtre renfermant 28 grammes d'extrait sec.

Cette liqueur s'oppose complètement à la germination ; en l'utilisant pour arroser du sable dans lequel nous avions semé de l'orge, nous avons constaté qu'il était impossible dans ces conditions,

Fig. 1. — Végétation des petites herbes après élimination des matériaux solubles renfermés dans le terreau.

Fig. 2. — Même terreau renfermant des substances qui empêchent la germination. Malgré arrosage et réchauffement ce terreau reste stérile.

d'obtenir au bout de 15 jours, le moindre développement des graines (fig. 3) alors qu'une culture comparative effectuée de la même manière, mais arrosée à l'eau distillée, donnait dans le même temps des plantules représentées par la figure 4.

Lorsque les grains sont immergés pendant 48 heures dans le liquide d'épuisement, ils ne perdent pas pour cela le pouvoir germinatif, mais ils ne peuvent sortir de leur état de repos tant qu'ils sont

imprégnés des produits d'extraction. Il suffit de les laver abondamment de façon à les en débarrasser pour qu'ils puissent de nouveau germer dans des conditions normales. Les substances renfermées

Fig. 3. — Orge arrosée à l'extrait de terreau.

Fig. 4. — Orge arrosée à l'eau distillée.

dans le terreau ne sont donc pas à proprement parler des corps toxiques pour les graines, mais de simples agents d'inhibition.

Le chauffage à l'autoclave à 120° pendant une heure ne suffit pas à altérer ces agents empêchants qui ne sont par conséquent ni des toxines, ni des diastases.

Nous avons répété les mêmes expériences avec de la terre de jardin recueillie en hiver et nous avons pu constater qu'elle renfermait aussi, mais en moins grande abondance, des produits solubles jouissant des mêmes propriétés inhibitrices.

Devant de telles constatations, nous nous sommes demandé quelle pouvait être l'origine de ces substances paralysantes, et nous avons supposé aussitôt que les matériaux solubles renfermés dans les feuilles mortes et dans les débris des plantes annuelles ainsi que dans les produits de leur décomposition ultérieure, pouvaient peut-être jouer quelque rôle dans ces phénomènes.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons recueilli des feuilles de divers arbres au moment de leur chute, feuilles de marronniers, de platanes, d'arbres fruitiers, puis des débris de végétaux morts, foin, etc., destinés dans la nature à former l'humus à la suite de leur désorganisation.

Ces matériaux ont été mis tout d'abord en macération dans l'eau de pluie pendant 12 heures, dans la proportion de 500 grammes de débris pour 2 litres d'eau.

Les liquides de macération ont été recueillis et remplacés par un égal volume d'eau, de façon à réaliser des épuisements successifs.

Nous n'avons pu encore préciser la composition de toutes les liqueurs d'extraction mais le premier examen que nous avons pu faire de quelques-unes d'entre elles nous a permis d'en déterminer les propriétés principales.

Les solutions provenant des feuilles mortes notamment, sont sensiblement neutres ; elles possèdent la faculté de réduire la liqueur de Fehling à l'ébullition, donnent un précipité noir-verdâtre avec le perchlorure de fer, et permettent d'obtenir des matières colorantes quand on les condense avec le chlorure de diazobenzène et le tétrazoïque de la benzidine. Elles paraissent donc renfermer des corps phénoliques réducteurs.

Les liquides des 8 à 10 premières extractions s'opposent complètement à la germination de l'orge.

Nous avons ensuite entrepris l'étude des produits qui prennent naissance pendant la désorganisation des déchets végétaux, Avant d'arriver au stade de la décomposition par l'amylobacter et à la période de désagrégation des éléments cellulosiques étudiés déjà par divers auteurs, les tissus végétaux subissent des transformations

préliminaires qu'il était intéressant de suivre afin de déterminer les propriétés des corps auxquels elles donnent naissance.

A cet effet nous avons abandonné à la fermentation spontanée dans les conditions de leur désagrégation habituelle à l'air libre, des feuilles de marronniers d'une part, et d'arbres fruitiers divers d'autre part, en prélevant tous les mois une fraction des lots mis en observation pour en préparer des extraits aqueux.

L'extrait préparé deux mois après le début de la fermentation s'oppose d'une façon complète à la levée des graines; dilué au $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{1000}$, il exerce sur la germination une action empêchante d'autant plus grande qu'il est plus concentré.

La figure 5 permet de se rendre compte de l'effet de l'extrait à ces différentes dilutions.

Nous avons constaté que les phénomènes de désorganisation des feuilles et des débris végétaux se manifestent principalement sous l'action de microorganismes, ce qui était à prévoir. Il ne nous a été possible d'étudier jusqu'ici que les premières phases de la fermentation car la désagrégation complète des tissus végétaux exige plusieurs années, mais nous comptons suivre dans l'avenir les variations qui surviennent dans la composition de la flore bactérienne au cours de ces longues et lentes désintégrations.

Dans les conditions où nous avons opéré et avec les essences auxquelles nous nous sommes adressé, nous avons trouvé, pendant les premiers mois, que les masses abandonnées à la putréfaction étaient envahies par un microorganisme de l'espèce *coli* qui s'y rencontrait à l'état de culture presque pure.

Ce microorganisme se présente sous la forme de bacille mobile de 2μ environ de longueur sur 0μ,4 à 0μ,5 de largeur, sans capsule ni auréole ; dans les cultures très jeunes, il affecte parfois la forme d'un coccus ovoïde ; il est aérobie facultatif, ne prend pas le Gram et végète bien à la température ordinaire ainsi qu'à 37°.

La culture en bouillon, dégageant une odeur légèrement fétide, se trouble en 24 heures à l'étuve à 37° ; ce trouble est granuleux et conduit à un dépôt d'aspect d'abord pulvérulent, puis muqueux.

Sur plaque de gélatine, ses colonies, examinées à faible grossissement, 24 ou 48 heures après l'ensemencement, sont constituées par des îlots à contour circulaire, le plus souvent opaques, jaunâtres,

Fig. 5.

Extrait à $\frac{1}{10}$ Extrait à $\frac{1}{100}$ Extrait à $\frac{1}{1000}$ Témoin

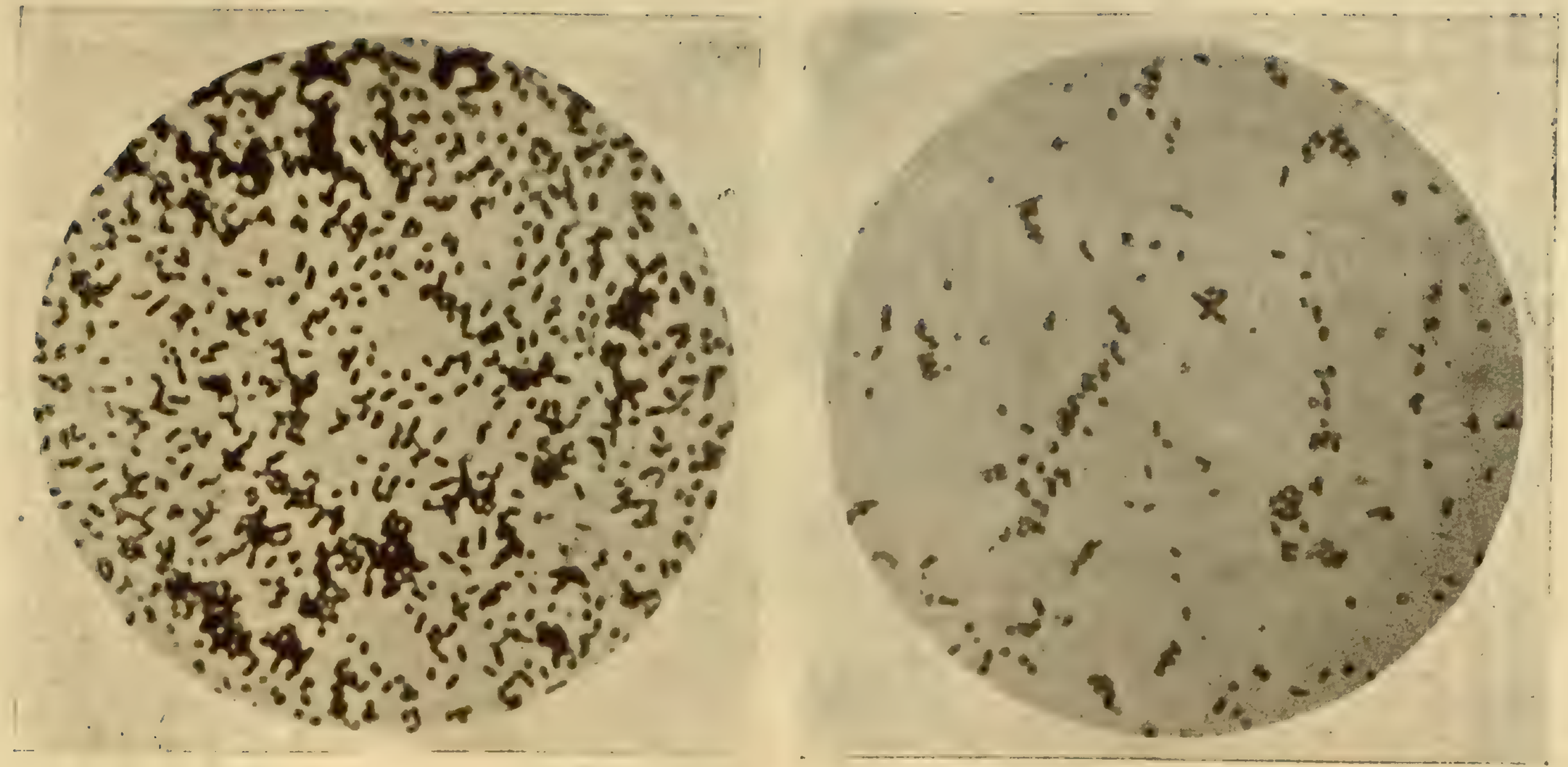


Fig. 6. — Bacterium coli agent de fermentation des débris végétaux. Gr. 1000 d.

Forme adulte Forme jeune

avec un centre surélevé, d'autres colonies s'étendent davantage en devenant plus transparentes. Les figures 7 et 8 montrent l'aspect de ces colonies qui ne liquéfient pas la gélatine.

Les milieux au rouge neutre ne sont pas modifiés par le microorganisme qui ne provoque pas la coagulation du lait. Ensemencé en

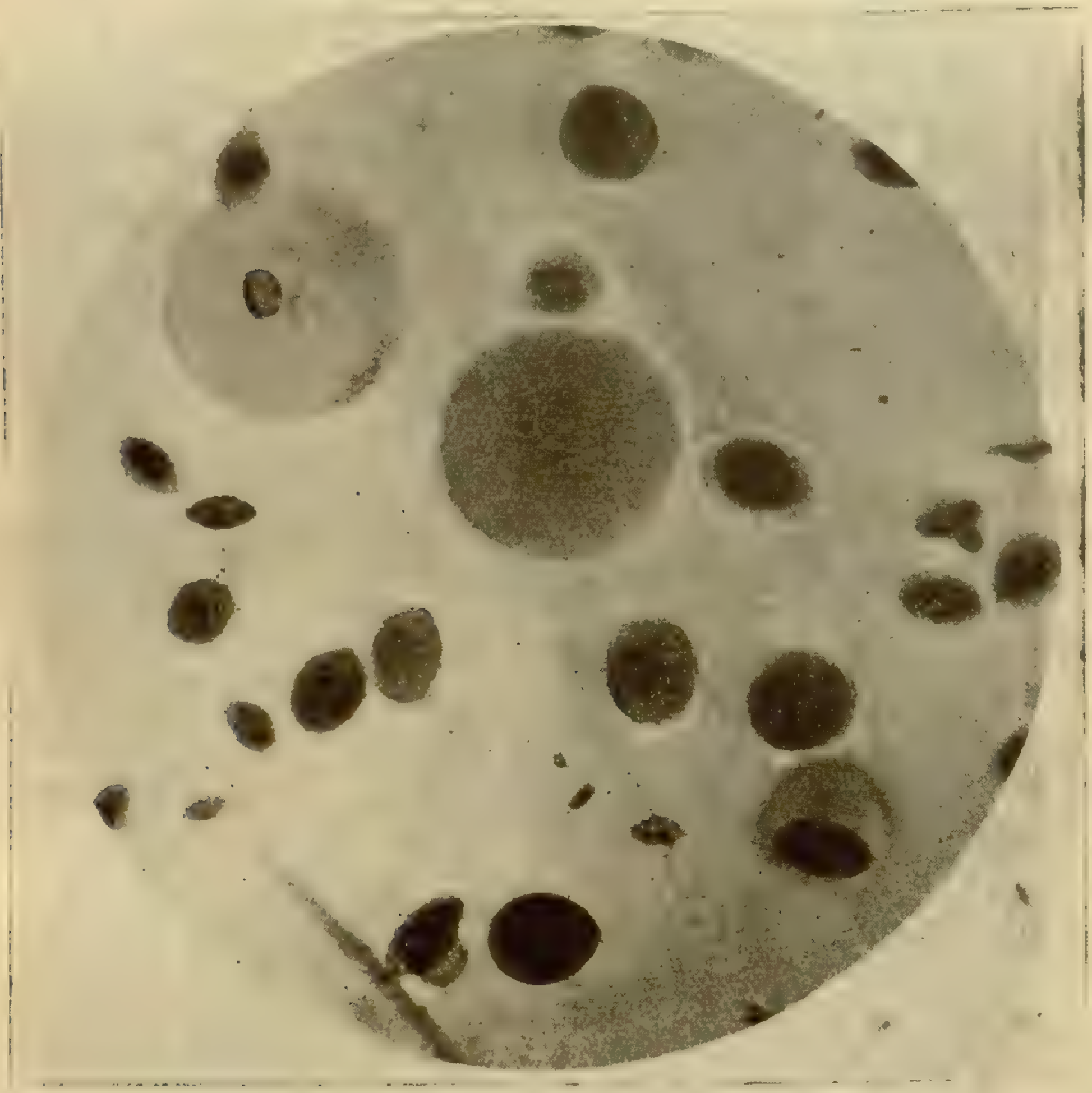


Fig. 7. — Culture de B coli sur gélatine. — Gr. 20 diam. — Aspect des colonies.

bouillon au nitrate de potasse, toute trace de nitrate a disparu en 48 heures.

A la surface des matériaux en décomposition, on constate en outre le développement de moisissures pendant les premiers mois de la fermentation tout au moins.

Au bout de 1 à 3 mois de fermentation, le liquide de macération des feuilles présente une coloration rouge-brun et il est très difficile de filtrer ce liquide ; dès qu'une portion est passée au travers du

filtre, elle se recouvre d'une pellicule irisée de produits d'oxydation par l'action de l'oxygène de l'air et le liquide se trouble ; après de nouvelles filtrations, les mêmes phénomènes se reproduisent et des substances insolubles se forment ainsi peu à peu par oxydation,

Fig. 8. — Bacterium coli. Culture en strie, sur agar

ce qui ne se produisait pas avec les extraits de feuilles avant leur fermentation.

La solution rougeâtre renfermant les produits d'extraction dégage une forte odeur aromatique ; elle a une réaction acide très légère (correspondant à 0,005 d'acide sulfurique par litre dans les échantillons que nous avons analysés) ; elle donne une coloration intense puis un précipité noir-verdâtre par le perchlorure de fer, une coloration rouge par l'acide nitrique et réduit la liqueur de Fehling.

Évaporée au bain-marie, elle fournit un extrait sec partiellement soluble dans l'alcool et la portion insoluble se présente sous forme d'un corps granuleux, très hygroscopique, insoluble dans l'éther et le chloroforme.

Il semble d'après ces propriétés, que l'on se trouve en présence de composés phénoliques et en tout cas de substances douées de propriétés réductrices très marquées.

La composition des liquides d'extraction provenant des feuilles mortes en voie de désagrégation fermentative est sans doute fort complexe et la détermination de la nature des produits qu'elle renferme exigera encore de laborieux travaux, indépendamment de ceux qui ont déjà porté sur la destruction de la cellulose ou des autres hydrates de carbone.

D'autre part, cette composition varie constamment jusqu'à ce que l'on soit parvenu à la désintégration totale. Il est possible, probable même, que lorsqu'une espèce microbienne a fait son œuvre de transformation, les produits qu'elle a engendrés soient susceptibles à leur tour, de devenir à la suite de leur oxydation, le siège de nouvelles modifications par l'action d'autres espèces bactériennes capables de s'adapter à ces nouveaux milieux.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude chimique et bactériologique de toutes ces mutations successives et de rechercher si leur cycle s'accomplit toujours de la même manière, ou bien si l'on peut observer des différences dans la flore ou dans les produits élaborés, suivant la nature des déchets en décomposition, les contrées ou les conditions extérieures.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons d'ores et déjà porter notre attention sur les propriétés réductrices importantes des substances résultant de la fermentation des débris végétaux, et même des solutions qui proviennent de la macération des feuilles mortes, immédiatement après leur chute.

Si l'on considère, d'autre part que l'activité germinative de la graine est caractérisée par des oxydations d'une grande intensité, on comprendra que les réducteurs renfermés dans les liquides que nous venons d'étudier, s'emparant de l'oxygène pour leur propre compte, ne permettent pas aux grains de trouver dans le sol cet élément absolument indispensable pour les faire sortir de leur vie latente.

Ces faits expliquent la raison pour laquelle la terre demeure en repos jusqu'à ce que l'oxygène atmosphérique ait pu pénétrer, soit directement, soit dissous dans les eaux de pluie, dans les couches profondes du sol pour réaliser les oxydations sans lesquelles la germination n'est pas possible.

Ils permettent de comprendre en outre, toute l'importance du labourage qui, ramenant à la surface les couches sous-jacentes imprégnées de réducteurs, assure une neutralisation plus rapide et plus complète de ces corps empêchants.

Les pluies, le relèvement de la température aux premiers jours du printemps, hâtent la fin de ces oxydations et c'est seulement lorsqu'elles sont achevées que le sol, débarrassé des agents d'inhibition, peut reprendre sa fertilité : c'est le moment du réveil de la terre.

Nous avons entrepris dans nos laboratoires des expériences nombreuses en vue d'apporter à cette théorie les précisions qui font forcément défaut dans ce premier exposé dont le lecteur voudra bien excuser les lacunes.

Nos études dans cette voie ont, non seulement pour but de confirmer les hypothèses nouvelles que nous avons formulées, mais aussi de rechercher des procédés simples et pratiques de saturation ou de destruction des substances qui font obstacle à la germination, de façon à rendre précocement à la terre toute sa fécondité : on comprendra aisément toute l'importance qne pourrait avoir la solution d'un tel problème et quelles conséquences considérables il pourrai avoir sur les conditions économiques des cultures.

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

Jusqu'à ces dernières années les *Solenopora* étaient inconnus depuis l'*Ordovicien* jusqu'au *Jurassique*. M. E. Garwood dans le Nord-Ouest de l'Angleterre, et spécialement dans le district de Shap, a découvert dans le *calcaire carbonifère tournaisien* un niveau à *Solenopora* (1). G. Hinde a depuis donné la diagnose d'une espèce nouvelle, le *S. Garwoodi*, recueillie dans plusieurs localités du Westmorland (2) et M. Garwood a même établi une sous-zone à *Solenopora* dans la zone à *Athyris glabristria* du *calcaire carbonifère inférieur* de Nord-Ouest de l'Angleterre. Ces *Corallinacées* y forment des calcaires compacts ou noduleux. Leur thalle est presque complètement constitué de carbonate de calcium dans une roche dolomitique. A un niveau plus élevé, dans le *calcaire viséen* vers le sommet de la zone à *Dibunophyllum*, le même géologue a noté la constance des lits de calcaire noduleux à *Girvanella* dans le Nord de l'Angleterre.

C'est aux algues *Siphonées* qu'il faut sans doute rapporter les *Ortonella* qui forment un banc de calcaire nodulaire au-dessus du

(1) E. J. Garvood : The lower carboniferous succession ot the North-West of England (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXVIII, pp. 459-460 ; pl. XLVII, fig. 1 ; pl. XLIX, fig. 1, 1912).

(2) G. J. Hinde : On Solenopora Garwoodi sp. nov. from the Lower Carboniferous in the North-West of England. (*Geological Magazine*, N. S., Dec. V, vol. X, pp. 289-292 ; pl. X, 1913).

niveau à *Solenopora* dans le Westmorland et le Lancashire, dans toute la province Nord-Ouest d'Angleterre et de même probablement le *Mitcheldeania gregaria* Nicholson (1). On n'aurait pas affaire à des *Corallinacées*, mais à des thalles calcifiés de *Siphonées* (2). Ces *Mitcheldeania* et *Ortonella* ont été remarqués aussi par M. Kaisin à la base du *Calcaire carbonifère*, à Feluy-sur-Samme (Belgique).

Dans le *Calcaire carbonifère* de Belgique soulignons, après Mme Lemoine, tout l'intérêt de la découverte due à M. Foslie (3), de deux espèces de *Mélobésiées* (*Archæolithothamnium marmoreum* Munier-Chalmas, Mme Lemoine sp. et *Lithophyllum belgicum* Fosl.). Le genre *Archæolithothamnium* n'était jusqu'ici connu qu'à partir du Crétacé et le genre *Lithophyllum* qu'à dater du *Jurassique supérieur*.

Comme exemple de l'extension de ces algues calcaires, on peut encore signaler des formes rappelant les *Solenopora* dans les calcaires *permiens* de Sicile (4) et de nouveaux genres de *Siphonées* dans le calcaire à fusulines de Dalmatie et de Croatie (5).

Un charbon d'âge permien de la série supérieure de Kemmern, bassin de Kouznetsk (Sibérie), dont M. Zalessky a examiné des coupes minces, montre de nombreux thalles qui sont comparables d'après lui, à ceux de l'*Himanthalia lorea* actuel, et dont les conceptacles contiennent des oogones à une seule oosphère (6).

— Parmi les organismes problématiques doivent se ranger sans nul doute beaucoup d'empreintes *dévoniennes* connues sous le nom d'*Haliserites*. On a dans ces dernières années fait diverses remarques sur les *Haliserites* du *Dévonien inférieur* ou *moyen* de la région rhé-

(1) E, J. Garwood : Some new rock-building organisms from the *Lower Carboniferous* beds of Westmorland (*Geological Magazine*, Dec. VI, vol. I, N° 600-pp.265-270; pl. XX, fig. 1-4; pl. XXI, fig. 3, 4, 1914 . — The faunal succession in the Lower Carboniferous rocks of Westmorland and North Lancashire (*Proceed. geologist's Association*, XXVII, pt 1, 43 p., 18 pl., 1916).

(2) Cf. Mme Paul Lemoine in *Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t XVII, p. 243, note infrapaginale, 1917.

(3) Foslie : Remarks on two fossil Lithothamnia (*Det kong norke vid. selskabs skrifter*, 1909, n° 1, 5 p., Trondhjem).

(4) Steinmann : Analyse de Rothpletz : Ueber algen... (*Zeitsch. f. induktive Abstammungs und Vererbungslehre*, I, Hft. 4, pp. 405-407, 1909).

(5) Schubert (*Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, LVIII, Hft. 2, pp. 247-382, pl. XVI, fig. 8-12, 1908).

(6) M. D. Zalessky : Histoire naturelle d'un charbon. (*Mém. Comité géologique*, Saint-Pétersbourg. N. S. Livr. 139; pp. 74; pl. XIII). — The natural history of a Siberian coal. An abstract of the original paper. (*The new Phytologist*, XV, pp. 200-202, 1916).

nane. M. Steinmann (1) a observé, sur certains de ces organes thalliformes, la présence de renflements qu'il a comparés aux régions terminales fertiles des *Fucus*. M. Pohlig (2) voit dans les *Haliserites* des crytogames adaptées à la vie aérienne et aquatique.

Un échantillon à structure conservée du *Dévonien inférieur* de Westphalie a été déterminé par M. Hörich *Nematophycus* aff. *Dechenianus* Solms (3). En coupe transversale le thalle se montre constitué de cellules tubuliformes et ne paraît pas facile à distinguer du *Nematophyton Dechenianum* que le comte de Solms-Laubach a décrit du *Dévonien moyen* de Gräfrath (Rhin inférieur), en 1895.

Dans le *Dévonien supérieur*, groupe de Catskill, New-York, U. S., M. Hollick (4) a signalé l'empreinte d'un organe thalliforme, aplati, se divisant par dichotomies répétées et qu'il range dans le genre *Thamnocladus* D. White

Dans des grès d'âge *carbonifère*, au Nord du Sinaï, MM. Couyat et Fritel (5) ont relaté la présence de traces ou empreintes d'organismes (*Annélides, Algues, Méduses*), semblables à celles qui ont été signalées à divers niveaux géologiques du *Cambrien* du Nord de l'Amérique et de l'Europe.

L'hypothèse algaire a été écartée par Malaise (6) pour des empreintes néréitiformes du *Cambrien* et du *Silurien* de Belgique et par M. Fraipont (7) pour des traces similaires du *Calcaire carbonifère* de Denée, dans la région de Dinant (Belgique). Certaines de ces empreintes ressemblent bien au *Crossochorda carbonaria* Kidston, du Dinantien d'Ecosse (8).

(1) G. Steinmann : Uber Haliserites (*Berichten ueber die Versammlungen des Niederrheinischen geol. Vereins*. 1911, pp. 50-55).

(2) H. Pohlig : Neue rheinische Haliseritenfuude (*Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Monatsb*. LXVI, 4, pp. 254-255, 1914).

(3) O. Hörich : Einige strukturbietende Pflanzenreste... (*Jahrb. d. königl. Preuss. geolog. Landesanstalt,* XXXVI, I, Hft. 3, S. 522-524 ; Taf. 28, Fig. 5, 1915).

(4) A. Hollick : A new fossil fucoid. (*Bull. of the Torrey Botanical Club,* XXXVII, pp. 305-307 ; pl. 33, 1910).

(5) Couyat et Fritel : Sur des empreintes (Méduses, Algues) recueillies dans le Carbonifère des environs de Suez (*C. R. Ac. Sc.*, CLV, pp. 795-796, 21 oct. 1912).

(6) C. Malaise : A propos des Nereites (*Ann. Soc. Geol. de Belgique*, XXXIX, 2e livr. M., pp. 125-129, 1912).

(7) Ch. Fraipont : Empreintes néréitiformes du marbre noir de Denée. (*Ann. Soc. géol. de Belgique,* XXXVIII, 2e livr. B. 165 ; M. 31-40, pl. III, 1911)

(8) Cf. A. Carpentier : Contribution à l'étude du Calcaire carbonifère du Nord de la France. (*Mém. Soc. Géol. du Nord*, VII, II, pp. 394-395 ; pl. XI, fig. 1 et 2, 1913).

C'est parmi les *incertæ sedis* que doit être placé le problèmatique *Parka decipiens* Flem. qui apparait dans les formations les plus élevées du *Silurien* et persiste dans les deux tiers du *Calédonien* anglais (*Old Red sandstone*). D'après R. Don et M. G. Hickling, qui en ont repris l'étude (1), il s'agit là de corps thalliformes, aplatis, mesurant quelques centimètres, rappelant le *Melobesia lichenoïdes* actuel. Le thalle, à croissance marginale, présente sous deux couches de cellules stériles des disques fertiles contenant des masses de spores à membrane cuticularisée. Quelle est exactement la place de ces organes thalliformes, il est actuellement impossible de le dire : mais on ne doit plus les rattacher aux *Hydroptéridées*, comme le faisaient Dawson, Penhallow et d'autres paléontologistes.

§ B. — Champignons.

Sous le nom de *Pseudopolyporus carbonicus* M. A. Hollick (2) signale une pétrification qui lui paraît offrir des ressemblances avec certaines *Polyporacées* pédicellées et qui proviendrait du *Carbonifère* de la Virginie Occidentale (U. S.) En l'absence de détails sur la structure il est impossible de se prononcer sur ce *Pseudopolyporus*.

Par contre à divers reprises l'examen des coupes effectuées dans les coal-balls du terrain houiller a révélé l'existence d'hyphes de champignons, entre autres de *Phycomycètes*. Les observations de M. Ellis sont à citer sur des *Palæomyces* du houiller inférieur d'Angleterre (3). Miss Prankerd a observé des hyphes ramifiées, par places cloisonnées, dans les tissus mous de la graine *Lagenostoma ovoïdes* (4). MM. Coulter et Lang ont de même reconnu l'existence d'hyphes cloisonnées, accompagnées de zygospores dans les

(1) A. W. Robertson Don and G. Hickling : On Parka decipiens (*Quart. Journ. Geol. Soc,*, LXXI, pt. 4, pp. 648-666; pl. LIV-LVI, 1917).

(2) A. Hollick : A new fossil polypore, *Pseudopolyporus carbonicus* gen. et sp. nov. (*Mycologia*, II, n° 2, pp. 93, 94 ; fig. 1, 2; March 1910).

(3) D. Ellis : Phycomycetous fungi from the English Lower coal measures (*Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXVIII, pp. 130-145, 8 fig., 1 pl. 1918).

(4) Th. L. Prankerd : On the structure of the palaeozoic seed *Lagenostoma ovoïdes* Will. (*The Journal of the Linnean Soc.*, XI, Bot., N° 278, p. 479. pl. XXIII, fig. 11 et 13 ; sept. 1912).

coupes d'un *Lepidostrobus* américain (1). René Zeiller a trouvé dans les tissus du *Lepidostrobus Bronni* du *Dinantien* des Pyrénées (France) des spores semblables à celles d'un *Aspergillus*.

Le rôle joué par des moisissures (*Mucorvelium palæomycoïdes*) ou des sortes de levures (*Mycogemma saccharomycoïdes*), dans la formation du *sapromyxite*, charbon permien de Sibérie, a été mis en évidence par M. Zalessky,

Les organes des plantes paléozoïques étaient envahis par ces champignons saprophytes, quand ils étaient en voie de putréfaction. Mais il paraît résulter des observations que M. Osborn (2) a faites sur des racines (*Amyelon radicans*) de *Cordaitales* du Houiller anglais, que des hyphes d'un champignon ont envahi les tissus de l'écorce, du vivant de l'hôte. Ces champignons endophytes, à l'époque houillère comme de nos jours (ex : *Myrica*, *Alnus*, *Orchidées*, *Ericacées*), provoquaient la tubérisation des racines. Ce n'est pas la première fois que l'attention est attirée sur des mycorhizes paléozoïques. M. F. E. Weiss en 1904 a signalé un cas très probable de symbiose d'un champiguon avec une petite racine du Houiller d'Halifax (Angleterre). Tout dernièrement MM. Kidston et Lang (3) ont découvert dans l'écorce d'une Cryptogame vasculaire (*Asteroxylon*), des *Middle Old red sandstones* d'Écosse, des hyphes d'un champignon, dont ils se proposent de discuter le mode de vie saprophytique ou symbiotique.

§ C — Muscinées.

Nos connaissances sur les mousses tertiaires vont se développant, tandis que les renseignements que nous possédons sur l'existence de *Bryophytes* à l'époque paléozoïque demeurent encore rudimentaires. On ne connait jusqu'ici de sporogones fossiles que dans les terrains tertiaires, et tout récemment Miss Britton et M. Hollick signalaient

(1) Coulter and Lang : An american *Lepidostrobus*. (*The Botanical Gazette*. LI, p. 452, fig. 21-23 ; 1911).

(2) T. G. B. Osborn : The lateral roots of *Amyelon radicans* Will and their Mycorhiza (*Annals of Botany*, XXIII, pp. 603-611 ; pl. XLVI, XLVII, 1909).

(3) R. Kidston and W. H. Lang : On Old red sandstone plants showing structure from the Rhynie chert bed, Aberdeenshire. Part III (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, LII, p. 647, 1920).

les petites capsules pédicellées, terminales, d'une mousse comparable à certaines *Bartramiacées*, dans les schistes miocènes de Florissant (Colorado) (1).

Le sporogone est-il d'origine plus ancienne ? A-t-il apparu dès le paléozoïque ? Questions qui se posent à la suite de la découverte remarquable, due aux recherches de M. Halle sur la flore du *Dévonien inférieur* de Roeragen (Norvège) (2). Sous le nom de *Sporogonites exuberans*, il a décrit des capsules longues de 6 à 9 mm., terminant des pédicelles raides. L'assise sporifère est en forme de cloche et recouvre la columelle comme chez les *Sphagnacées*, mais il ne paraît pas avoir existé de pseudopode. Le sporogone ou peut-être le sporophyte n'a pas été trouvé en connexion avec une plante qui puisse être comparée au gamétophyte des *Bryophytes*. La discussion des problèmes qui se posent au sujet de ces *Sporogonites* se précise à la lumière de faits nouveaux, que MM. Kidston et Lang ont récemment révélés dans un mémoire sur la flore terrestre du *Dévonien* d'Ecosse, dont il sera question quelques pages plus loin.

Un organe thalliforme, se divisant par dichotomies successives et contenant des tétrades de spores, a été isolé par Miss Wills dans une roche provenant des *Upper Coal-Measures* du Stafforshire méridional (Angleterre) (3). S'agit-il là d'une muscinée primitive ? La question demeure posée.

Il semble qu'on doive accorder de l'importance à une découverte que Lignier a faite dans un silex de Grand'Croix, près St-Etienne(4). Une coupe de la région basilaire d'une petite tige par les rhizoïdes à cloisons obliques nés de son assise périphérique, ressemble tout à fait à celle d'une mousse. La présence de cette mousse (*Muscites Bertrandi*) à Grand'Croix, confirmerait donc l'attribution déjà ancienne (1885) aux *Muscinées*, d'une tige feuillée du Stéphanien de Commentry, le *Muscites polytrichaceus* Renault et Zeiller.

(1 E. G. Britton and A. Hollick : A new american fossil moss *(Bull. of the Torrey Botanical Club*, XLII, pp. 9-10; fig. 1 et 2; 30 Ja. 1915).

(2) T. G. Halle : Lower Devonian plants from Röragen in Norway *(Kongl. Svensk. Vetenskapsak. Handlingar*, LVII, pp. 27-40; pl. III, fig. 10-32, 1916).

(3) Lucy Wills : Plant cuticles from the Coal-Measures of Britain. *(Geol. Mag.* N. S., Dec. VI, vol. I, N° 9, p. 388; pl. XXXI, fig. 8; sept. 1914).

(4) O. Lignier : Snr une mousse houillère à structure conservée *(Bull. Soc, Linn. Normandie,* VII, pp. 128-131, 1 fig. 1914).

III. — CRYPTOGAMES VASCULAIRES ET GYMNOSPERMES

§ A. — Etudes des flores paléozoïques.

1) Dévonien inférieur et moyen

On admettait généralement que la flore du *Dévonien inférieur* et *moyen* se distinguait nettement de celle des assises supérieures du *Dévonien*. Celle-ci se rattache par des liens étroits d'affinité à la flore du *Carbonifère inférieur*, cette opinion se trouve confirmée par les découvertes les plus récentes (1).

Iles Falkland. — Dans un mémoire qu'il a consacré à l'étude des îles Falkland et où sont consignés les résultats des expéditions suédoises (1901-1903 et 1907), M. Halle décrit les quelques empreintes végétales trouvées jusqu'ici dans le Dévonien des Falkland (2). On sait que lors de l'expédition au pôle Sud (1901-1903) le professeur Andersson avait découvert, au Sud de l'île occidentale, au Cap Meredith, la base du Dévonien, dont les grès reposent en discordance sur une formation très mouvementée et très altérée de roches cristallines (gnéiss, granite et schistes métamorphiques). La carte géologique jointe à ce mémoire montre le *Dévonien inférieur* s'étendant sur toute l'île occidentale et affleurant dans la partie Nord de l'île orientale, la limite orientale de l'affleurement passant un peu au Sud du Mt Pleasant et du Mt Usborne ; c'est dans une localité nommée Halfway Cove et située au bord d'une des anses nombreuses de la côte ouest de l'Ile occidentale, que le Dr Halle a découvert des végétaux fossiles dans le *Dévonien inférieur*. Ce sont des fragments de *Lepidodendron*, voisin du *L. Gaspianum* Dawson et des débris non déterminés d'axes plusieurs fois dichotomes, dont les divisions portent à leur extrémité un organe globuleux de nature inconnue ; l'auteur rappelle que ces rameaux dichotomes offrent des analogies avec les *Hostimella* (*H. hostimensis* Potonié et Bernard). M. Halle termine son étude du Dévonien des îles Falkland par cette conclusion générale : c'est avec

(1) Voir en particulier sur ce sujet le chapitre II (The two devonian Floras) de N. Arber's *Devonian Floras* ; Cambridge, University Press, 1921.

(2) Thore G. Halle : On the geological structure and history of the Falkland Islands (*Bull. The Geol. Institut. University of Upsala*, XI, pp. 122-140 ; pl. VI, fig. 1-11, 1912).

le Dévonien du Sud de l'Afrique (*Bokkeveld, Witteberg series*) qu'il présente le plus de rapports.

Norvège. — A la suite d'une description géologique faite par M. Goldschmidt de la région de Roeragen (Norvège), A.-G. Nathorst (1) a écrit quelques pages sur les plantes dévoniennes recueillies dans des schistes et grès à l'Ouest du lac de Roeragen et au Sud de Oevre Botnsaeter. Le savant paléontologiste cite un *Spiropteris* rappelant le *Sp. hostimensis* de Bohême, un *Protolepidodendron* ou *Barrandeina*, *Psilophyton spinosum*, *P. bohemicum*, somme toute une flore offrant des affinités avec celle du *Dévonien moyen* de Bohème (2).

On doit également à Nathorst une étude de la flore dévonienne de l'Ouest de la Norvège, de la région comprise entre le Sognefjord et le Nordfjord (3), La flore est plus récente que celle de Roeragen, mais plus ancienne que celle de l'Ile des Ours (Dévonien supérieur) Nathorst a rapporté plusieurs empreintes aux genres *Spiropteris*, *Aphyllopteris*, *Barrandeina* (?) Il désigne du nom de *Thursophyton Milleri* (= *Lycopodites Milleri* Salter) des axes dichotomes garnis de petits appendices bractéiformes. Il classe dans le genre nouveau *Bröggeria* des tiges robustes, dont certaines ramifications portent des sortes d'épis terminaux et dans le genre *Hyenia* des axes articulés feuillus, rappelant les *Sphenophyllum* par certains traits d'organisation (courts entrenœuds, superposition et division dichotomique des feuilles), mais ne possédant ni le même mode de ramification, ni le même genre de fructification. Nathorst considère les couches à plantes de la Norvège occidentale comme étant d'âge intermédiaire entre le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur; il fait état de la présence d'une espèce de *Psygmophyllum* (*Ps. Kolderupi*) voisine du *Ps. Williamsoni* qu'il a lui-même reconnue dans le Dévonien supérieur du Spitzberg.

(1) A. G. Nathorst : Die Pflanzenreste der Röragen-Ablagerung in V. M. Goldschmidt : Das Devongebiet am Röragen bei Röros. (*Videnskapsels-kapets Skrifter*, I, Mat.-Naturv. Klasse. N° 9, pp. 1 27; pl. I-V, 1 carte géologique, Christiana, 1913).

(2) Comme nous transcrivons ces lignes, nous apprenons avec peine la mort, survenue le 20 janvier 1921, de l'éminent paléobotaniste suédois.

(3) A. G. Nathorst : Zur Devonflora des westlichen Norwegens, mit einer Einleitung das Vorkommen der Pflanzenreste von Carl Fred. Lolderup. (*Bergens Museum Aaarbok*, N° 9, pp. 1-34; pl. 1-21; 2 fig. texte: 1914-1915).

M. Halle a repris l'étude des végétaux fossiles de Roeragen qu'il range dans le *Dévonien inférieur* (1). Il décrit *Arthrostigma gracile* Dawson, *Psilophyton princeps* Daws., *Ps. Goldschmidtii* n. sp., *Hostimella* sp., *Aphyllopteris* sp. Nous avons déjà mentionné le *Sporogonites exuberans* dans les pages consacrées aux *Bryophytes*. Vu l'intérêt que présente ce mémoire au point de vue strictement botanique, on en discutera les conclusions dans le chapitre réservé à l'étude de quelques groupes de végétaux paléozoïques. Nous renvoyons au même chapitre le compte-rendu des découvertes remarquables, que MM. Kidston et Lang ont faites dans l'*Old red sandstone* d'Écosse, à un niveau où plusieurs cryptogames vasculaires (les *Psilophytales* K. et L.) sont conservées à l'état silicifié.

Belgique. — Dans le *Couvinien* ou *Eifélien* de Belgique, M. Gilkinet a signalé la découverte, due à M. Fourmarier, de quelques empreintes végétales, parmi lesquelles un *Lepidodendron* cf. *nothum*, un *Asterocalamites* (2). Dans les grès couviniens de Namur, M. Ch. Fraipont note la présence du *Psilophyton robustius* Dawson (3).

France. — Nous attirerons spécialement l'attention sur les travaux de MM. Paul Bertrand et d'Edouard Bureau.

Jules Gosselet et M. Dollé avaient remarqué dès 1910, des empreintes de *Psilophyton* dans les grès *taunusiens* de Matringhem (Pas-de-Calais (4). Ce niveau a fourni depuis à M. P. Bertrand d'excellents documents pour l'étude du *Psilophyton princeps* Dawson (5).

Des empreintes de *Psilophyton* ont été signalées et décrites par

(1) T. G. Halle : Lower Devonian plants from Röragen in Nörway (*Kongl. Svensk Vetenskapsakademiens Handlingar*, LVII, N° 1, 47 pp.; 4 pl., 2 text-fig. 1916).

(2) Gilkinet : Empreintes végétales du Couvinien (*Ann. Soc. Géol. de Belgique*, XXXVI, B, 220, 221; 1909).

(3) Ch. Fraipont : *Psilophyton* cf. *robustius* Daws. dans le Couvinien belge (Dévonien inférieur). (*Anu. Soc. Géol. de Belgique*, XLIII, B, pp. 130, 131, 1920).

(4) J. Gosselet et L. Dollé : Pays de Matringhem. Etude géologique sur les affleurements dévoniens de la Lys supérieure et sur les enveloppes crétacées (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, XXXIX, p. 11, fig. 1, 1910).

(5) P. Bertrand Note préliminaire sur les Psilophytons des grès de Matringhem (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, XLII, pp. 157-163, 1913).

Edouard Bureau (1) dans des schistes dévoniens, entre Montjean et Chalonnes (Maine-et-Loire) et aux environs d'Ancenis (Loire-Inférieure) Nous en avons recueilli récemment à Chalonnes même (2), E. Bureau classait ces formations d'un bloc dans le Dévonien supérieur, tout en soulignant des affinités avec des flores plus anciennes (g. *Barrandeina*, g. *Psilophyton* du Dévonien moyen de Bohème ou de Gaspé, Bas-Canada). « La flore dévonienne de la basse Loire, écrit-il, a plus d'affinités avec les autres flores dévoniennes qu'avec les flores carbonifères, même les plus anciennes. Nous sommes de cet avis en ce qui concerne les schistes à plantes dévoniennes qui englobent les lentilles de calcaires entre Chalonnes et Montjean. Quant aux schistes d'Ancenis, où M Ferronnière a découvert le *Cephalopteris (Cephalotheca) mirabilis* Nathorst, ils semblent faire le passage au culm ; le *C. mirabilis* n'a été jusqu'ici signalé que dans le Dévonien supérieur de l'Ile des Ours.

2) Dévonien Supérieur, Carbonifère et Permien.

Ile des Ours. — Nathorst a publié une étude d'ensemble sur la flore du Dévonien supérieur de l'Ile des Ours (3). Les localités qui ont été explorées par ce savant, par M. Andersson et d'autres sont situées sur la côte orientale de l'île et s'échelonnent du Sud au Nord à partir du Mont Misère. Non moins de vingt-six espèces sont reconnues et un tableau général indique leur distribution dans les localités de l'île et dans les divers gisements contemporains (Irlande, Belgique, Rhin, Donetz). Le genre *Sphenopteridium* est représenté par cinq espèces, dont l'une est comparable au *Sphenopteris dissecta* du *Culm* ou *Carbonifère inférieur* à faciès continental et une autre, le *Sph. Keilhau* Nath., est très voisine d'un *Sphenopteris* sp. Baily, de provenance irlandaise. De même l'*Archæopteris fimbriata* Nath. se

(1) E. Bureau : Sur la flore dévonienne du Bassin de la Basse Loire. (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France*, 3e sér., I, 41 p., pl. I-IV, 1911). — Bassin de la Basse Loire. Fasc. II : Description des flores fossiles, pp. 7-42 ; pl. I, I bis (sauf fig. 16), II, fig. 1 et 2. *Etudes des gites minéraux de la France*, 1913-1914.

(2) A. Carpentier : Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnes et Montjean (*Bull. Soc. Géol. du Nord*, 4e sér., XIX, pp. 262, 263 ; pl. VII, fig. 1-12, 1919-1920.

(3) A. G. Nathorst : Beiträge zur geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes (*Bull. of the Geol. Instit. of Upsala*, X, pp. 261-292 ; 19 Text-fig., Upsala, 1910).

place bien près de l'*A. fissilis* du Donetz et l'*Archæopteris Rœmeriana* est une espèce commune au Dévonien supérieur de l'île et du Rhin. Parmi les quatre formes rapportées an genre *Bothrodendron*, le *B. kiltorkense* est une espèce du Dévonien supérieur d'Irlande. Ce qui ressort une fois de plus, de l'examen rapide des affinités de cette flore, c'est la transition insensible par laquelle on passe du *Dévonien supérieur* (*Famennien*) au *Carbonifère inférieur*.

Spitzberg. — La flore paléozoïque du Spitzberg a fait l'objet d'un important mémoire de Nathorst (1). C'est incidemment que l'auteur attire l'attention sur des empreintes de tiges ou de rachis de plantes filicoïdes, que M. Hoel a trouvées dans le Dévonien, à l'Ouest de la baie de Wyde. L'ensemble de son ouvrage traite de la flore du *culm* du Spitzberg. A l'exception du *Dadoxylon spetzbergense* Gothan qui doit être au moins du *Carbonifère supérieur* (2), les plantes carbonifères du Spitzberg sont synchroniques de la *Calciferous sandstone series* d'Ecosse (*carbonifère inférieur*). Nathorst établit les divisions suivantes dans la série des formations carbonifères du Spitzberg (3).

— Grès à *Productus*	Permo-Carbonifère.
— Calcaires à *Spirifer*	Carbonifère supérieur
— Calcaires à *Cyathophyllum* et *Productus Cora*	
Dépôts de gypse	
— Dépôts de gypse (Baie de Klaas-Bilden)	Age à préciser.
— Grès du culm : couches à plantes, veines de houille	Carbonifère inférieur.
Stigmaria in situ ; lits marins.	

Les lits du Carbonifère inférieur reposent par places sur le Dévonien ou directement sur le terrain primitif. C'est le gisement de la Montagne de la Pyramide, célèbre depuis 1894, qui a fourni les plus abondants matériaux, d'autres localités ont été découvertes lors des

(1) A. G. Nathorst : Nachträge zur paläozoïschen Flora Spitzbergens. (*Zur fossilen Flora der Polarländer* I Th., Lief. IV ; s. 1-110 ; Taf. I-XIV ; 21 Text-fig. Stockholm, 1914).

2 W. Gothan : Die Fossile Holzreste von Spitzbergen (*K. Svenska Vetenskaps. Handlingar*, XLV, p. 5 ; pl. I, fig. 1-3, 1910).

(3) A. G. Nathorst Beitrage zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes (*Bull. Geol. Instit. Upsala*, X, p. 345, 1910).

expéditions plus récentes (1912-1913). La flore du Spitzberg comprend 57 espèces reconnues par Nathorst. Bon nombre de ces plantes appartiennent aux *Pteridophylla* (empreintes de *Filicinées* ou *Cycadofilicinées*) : g. *Sphenopteridium* ; g. *Sphenopteris*, *Sph. Norbergii* n. sp. ; g. *Adiantites*, *A. Geimitii* n. sp. ; g. *Cardiopteridium*, nouveau genre voisin du g. *Cardiopteris*, mais qui s'en distingue par ses folioles basilaires sessiles et entières et par ses pinnules supérieures pétiolulées et divisées, Les empreintes de fructifications de *Ptéridospermées* sont assez fréquentes, on y reviendra dans le chapitre strictement botanique. Parmi les *Equisétinées*, notons l'*Asterocalamites scrobiculatus*, nouveau pour le Spitzberg et remarquons l'abondance des *Lycopodinées*, Aux formes de *Lepidodendron* habituelles du culm (*L. Veltheimi*, *L.* cf. *Rhodeanum*) Nathorst ajoute quelques espèces ; le *Lepidophloios scoticus*, le *Lepidodendron Nathorsti* Kidston ont d'abord été découvertes en Ecosse par M. Kidston. Le nouveau genre *Arctodendron* (1) est établi sur des tiges, appartenant peut-être à une *Lepidodendrée*, dont les faisceaux sclereux sont épais et dessinent un réseau à mailles allongées. Comme toujours dans ces niveaux inférieurs du Carbonifère les *Sigillaria* sont très rares ; l'auteur ne cite qu'un *Rhytidolepis* ; un *Archæosigillaria* cf. *Vanuxemi* a été recueilli dans les grès de Oerretelven. La flore de *Lépidophytes* du Spitzberg offre de nombreux points de comparaison et des traits marqués de ressemblance avec celle de la *Calciferous sandstone series* d'Écosse. De même le *Sphenopteris bifida*, largement répandu au Spitzberg, est, d'après M. Kidston (1894), l'une des espèces caractéristiques de la *Série du grès calcifère*.

Groënland. — Ce même *Sphenopteris bifida* et d'autres formes caractéristiques du *Carbonifère inférieur* (*Sphenophyllum tenerrimum*, *Lepidodendron spetsbergense*) sont signalés par Nathorst sur la côte orientale du Groënland (1). C'est le gisement de plantes carbonifères le plus au Nord qui soit connu, bien au Nord du Spitzberg.

(1) A. G. Nathorst . *Arctodendron Kidstonii* Nath. nov. comb. (*Geol. Foren. Foerhandl.* XLI, 5 mai 1919).

(1) A. G. Nathorst : Contribution to the Carboniferous flora of North-Eastern Greenland (*Danmark-Ekspeditionen Til Gronlands Nordostkyst* 1906-1908, Bd. III, N° 12; pp. 339-346; pl. XV-XXI, 1911).

Amérique du Nord. — A la suite du XII[e] Congrès géologique international tenu en 1913 à Toronto, des excursions ont été dirigées par MM. Young et Hyde dans les bassins houillers des provinces maritimes, dans l'île du Cap Breton et la Nouvelle-Ecosse (Canada). M. P. Termier a retracé les grandes lignes de la géologie de cette région et M. P. Pruvost a consigné ses notes d'excursions dans les divers bassins (1) Le synclinal de Sydney (2), dont le bord sud affleure le long de la côte septentrionale de l'Ile du Cap Breton, présente à sa base un conglomérat et une série calcaire rapportés au *Carbonifère inférieur (Mississipien = Dinantien)* et au-dessus une succession de schistes à *Lepidodendron*, *Stigmaria*, *Cordaites* (schistes de la pointe Edward), des alternances de grès et de lits schisteux *(Millstone grit)*, des schistes houillers à *Nevropteris Scheuchzeri*, *N. rarinervis*, *Linopteris obliqua*, etc... Ces schistes supérieurs représentent un niveau assez élevé du *Westphalien*, mais les schistes de la pointe Edward sont déjà considérés comme d'âge westphalien. Le bassin de Pictou ou de New-Glasgow, sur le littoral nord de la Nouvelle-Ecosse, au bord du détroit de Northumberland, est intéressant pour le paléobotaniste. Les conglomérats et lits schisto-calcareux de base supportent le groupe de Riversdale et Union, dont les schistes à plantes *(Cordaites principalis, Alethopteris valida...)* doivent se placer dans le *Westphalien inférieur*, dans la même zone que les schites de la Pointe Edward. Sur les schistes du houiller productif reposent en transgression des formations, sans doute d'âge *stéphanien*, dont l'aspect lithologique, les caractères paléontologiques *(Pecopteris* du Houiller supérieur), les relations stratigraphiques rappellent les *Upper Coal Measures* de Grande Bretagne. Le bassin houiller du Cumberland est situé dans l'isthme qui réunit la Nouvelle-Ecosse au Nouveau-Brunswick (3,; dans sa région occidentale (bassin de Joggins) on observe au-dessus du calcaire carbonifère de Windsor, la formation de Boss point (Millstone grit) qui a fourni des bois de *Dadoxylon*

(1) P. Termier : L'excursion A[1] du XII[e] Congrès géologique international : la région appalachienne du Canada) *C. R. Ac. Sc*, CLVII, pp. 621-626, 1913).

P. Pruvost : Les bassins houillers du Canada *(Ann. Soc. géol. du Nord*, XLII, pp. 258-293; 8 text-fig., pl. XI ; 1913).

(2) Cf. G. A. Young et J. E. Hyde (XII[e] Congrès géol. Intern., *Livret-Guide*, N° 1, pp. 242-252, 1913).

(3) Cf. W.-A. Bell (XII[e] Congrès géol... *Livret guide*, N° 1, pp. 326-346, 1913).

(D. acadianum), puis la formation de Joggins qui a 2100 mètres d'épaisseur et contient de nombreuses veines de houille. Ces couches de Joggins affleurent au bord de la baie de Fundy et sont célèbres en géologie pour les nombreux troncs *in situ* de *Sigillaria* ou de *Lepidodendron*, véritables forêts fossilisées sur place, qu'on y remarque au-dessus des veines. La flore des couches de Joggins est nettement westphalienne. Saint-John dont il va être question se trouve dans une anse de la rive occidentale de la baie de Fundy.

A diverses reprises René Zeiller a attiré l'attention sur la flore de Saint-John, Nouveau-Brunswick, et sur les problèmes qui se posent, depuis longtemps, à son sujet (1). Cette flore, mêlée à celle de Gaspé, fut d'abord classée par W. Dawson dans le Dévonien supérieur, après examen des plantes fossiles recueillies par M. Matthew et le professeur Hartt. Dans la suite, comme nous l'écrit M. Matthew (2), des recherches sur le terrain amenèrent Dawson à ranger ces lits à plantes dans le *Dévonien moyen*. M. Matthew partagea d'abord cette opinion, mais depuis 1908 il a publié une série de notes, où il tend à prouver l'âge silurien de la flore de Saint-John, en se basant sur des raisons d'ordre stratigraphique (3). Le faciès de cette flore est cependant carbonifère et même, de l'avis de MM. David White, R. Kidston, R. Zeiller, Jongmans (4) on ne peut mettre en doute son âge carbonifère. M. Matthew reconnait certes le faciès spécial de cette flore, mais il suppose que l'apparition des types de plantes houillères a été très précoce dans le Nouveau-Brunswick. Dès le Dévonien il

(1) R. Zeiller : Revue des travaux de paléontologie végétale. (*Rev. gén. de Bot.*, XV, p. 45, 1903; XX, p. 345, 1908.

(2) Lettre du 4 juin 1920.

(3) G. F. Matthew The geological age of the Little River group (*Trans. Roy Soc. Canada*, 3e ser., III, pp. 67-76, 1 carte, 1909).' — The oldest Silurian flora (*Bull. Nat. Hist. Soc. New-Brunswick*, VI, 3, pp. 241-250; 1 fig., 1910). — Revision of the flora of the Little River group N° II (*Trans. Roy. Soc. Canada*, sér. 3, III, pp. 77-113, pl. I-VI, 1909) 1910. — Remarkable forms of the Little River group (*Ibid.*, 1909, pp. 115-133, pl. I-IV) 1910. — Review of the Flora of the Little River group. (*Ibid.*, 3e ser., IV, 1910, pp. 3-21; 1 pl.) 1911. — Where there climatic zones in Devonian time? (*Ibid.*, V, 1911, pp. 125-153), 1912. — A new flora in the older palæozoic rocks of Southern New Brunswick, Canada (*Ibid.*, VI, 1912, pp. 83-99; pl. I et II) 1913.

(4) D. White : A carboniferous flora in the Silurian? (*Science*, XXXIV, N° 875, pp. 440-442. New-York, 1911). — W. J. Jongmans : Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas mit besonderer Berücksichtigung der in der Niederlanden und den benachbarten Ländern gefundenen... (*Med. Rijksopsporing* van Delfstoffen I, n° 3, p. 374, 1911).

distingue trois flores différentes en Nouvelle-Écosse et dans le Nouveau-Brunswick : celle du bassin de Perry ou de Passamaquoddy dont les plantes ont dû croître sur des régions sèches et élevées et qu'on range d'ordinaire dans le Dévonien ; celle des bassins de Riversdale et de Quaco à *faciès* houiller ; la flore de Kennebecasis ou de Horton à faciès de culm. Ajoutons de suite que MM. D. White et R. Kidston considèrent la série d'Horton (Nouvelle-Écosse) comme appartenant au *Carbonifère inférieur* et que de l'avis de M. White les couches de Kennebecasis se placent à la base du *Carbonifère inférieur*. Ce paléontologiste a examiné des végétaux fossiles recueillis par M. Wilson (1) dans l'île de Kennebecasis, sur le rivage de la baie de Keiths, comté de Saint-John (New-Brunswick). Il a déterminé une forme de *Sphenopteris* voisine du *Sph. vespertina* White, un *Lepidodendron* (*L. corrugatum* Dawson), très apparenté sinon identique au *L. scobiniforme* Meek du Pocono (*culm*) de la Virginie.

Pour en revenir à Saint-John, la stratigraphie est compliquée et la coupe classique de la région telle que la donne M. Matthew (2), témoigne de la présence de failles et de discordances ; on n'a souvent affaire qu'à des lambeaux de terrains et la végétation recouvre fréquemment les affleurements, en sorte qu'il est difficile de saisir et de suivre les contacts. Dans de telles conditions il est de beaucoup préférable de laisser toute sa force à l'argument paléontologique.

Dans sa dernière revue de paléontologie végétale R. Zeiller, après avoir rendu compte des travaux de M. Matthew sur la flore de Saint-John, concluait en ces termes : « On ne peut que souhaiter de voir des recherches sérieuses se poursuivre tant sur la flore que sur la faune de ces couches d'âge ainsi controversé, leur attribution au Dévonien moyen cadrant mal, il faut le reconnaître, avec le faciès général de la flore. » Le même savant soulignait spécialement la présence à Saint-John de *Calamites* et *Asterocalamites* du *Culm*, de *Sphenophyllum* et *Asterophyllites* voisins de certaines formes du *Houiller*.

(1) W. J. Wilson : (*Sum. Rep. Geol. Surv. Dept. Mines*, 1912, p. 407, Ottawa) 1914.

(2) G. F. Matthew : The geological age of the Little River group (*Trans. Roy. Soc. Canada*, Ser. 3, III, 1909, p. 69; *ibid.* III, p. 133).

Le mémoire que Miss Stopes (1) a publié sur ce sujet fait date et résout définitivement la question de l'âge de la flore des « Fern-Ledges », de Saint-John. Les empreintes recueillies par Dawson, et M. Matthew, d'autres provenant des recherches de l'auteur sur le terrain ont été soigneusement étudiées et comparées avec les végétaux du Carbonifère d'Europe. Certains spécimens d'interprétation plus délicate ont été soumis à la critique de René Zeiller. Au total 29 déterminations sont fixées. Si les *Lepidodendrées* sont rares, par contre les *Calamariées* (*Calamites*, *Annularia sphenophylloïdes*, *A. stellata*) sont bien représentées dans cette flore dont la partie essentielle est constituée de plantes filicoïdes (*Filicinées* et *Cycadofilicinées*). Des espèces de *Megalopteris* et *Wittleseya* sont comparables à des formes westphaliennes de Pottsville (Etats-Unis), d'autres espèces sont semblables ou identiques à des formes westphaliennes d'Europe : le *Sphenopteris marginata* Dawson (= *Sph. rotundifolia* Andræ), *Sph. valida* Dawson sp. (= *Sph. artemisiæfolioides* Crépin), *Oligocarpia splendens* Dawson (= *O. Brongniarti* Stur.). Certaines espèces du Westphalien européen sont même fréquentes : *Pecopteris plumosa*, *Diplothmema furcatum*, *Nevropteris heterophylla*, *Alethopteris lonchitica*. La fréquence des *Cordaites* et de quelques *Cordaicarpon* est aussi l'un des traits caractéristiques de cette flore.

A quel niveau du Westphalien se place-t-elle ? Miss Stopes conclut qu'elle correspond probablement, à peu de chose près, à la zone inférieure du *Westphalien moyen*. La présence de quelques espèces (*Annularia stellata*, *A. sphenophylloïdes*) indiquerait un niveau plus élevé dans le Westphalien moyen. Comparée à la flore du bassin de Valenciennes, cette flore des « Fern-Lelges » ne peut être identifiée absolument avec aucune des zones paléontologiques reconnues par R. Zeiller, mais la fréquence du *Pecopteris plumosa*, du *Nevropteris heterophylla*, de l'*Alethopteris lonchitica* plaide en faveur de la conclusion de Miss Stopes.

A un point de vue plus général l'étude de la flore de Saint-John est très suggestive. Elle fait voir tout l'intérêt qu'il y aurait à pour-

(1) M. C. Stopes : The « Fern Ledges » Carboniferous flora of St. John New-Brunswick. (*Mem. Canada Dept. Mines Geol. Surv.*, n° 41, pp. 1-142 ; pl. I-XXV ; 21 fig. ; 1914). — Palæobotany versus stratigraphy in New-Brunswick (*British Assoc. Adv. Sc.* Section C (geology), 16, Dundee, sept. 1912). — Abstract in (*Geological Magaz.* N. S., Dec. V, IX, p. 467, 1912).

suivre ce travail d'analyse comparée des flores houillères d'Amérique et d'Europe.

Signalons tout particulièrement dans le même ordre d'idées un tableau récapitulatif des divisions du Carbonifère américain (région des Appalaches et région des anthracites), et de leurs corrélations et équivalences en Europe. Nous avons eu l'occasion de demander à M. David White qui a établi ce tableau de synchronisme (1), des explications sur certains horizons et il nous a fourni ces renseignements complémentaires (2) : « La formation de *Sewell*, de la Virginie occidentale, qui atteint un maximum de 1200 pieds en épaisseur, est la division moyenne du *Pottsville*... Je suis convaincu que la flore la plus ancienne du bassin de Valenciennes ou d'Héraclée n'est pas antérieure à la formation de *Sewell*... La formation de *Lee*, qui comprend le *Pottsville inférieur* correspond, avec une plus ou moins grande précision, à la flore de *Waldenburg*... J'incline à penser qu'il est désirable qu'un nom déterminé (peut-être *sudétique*) soit appliqué à cette partie de la série de Silésie qui précède le vrai *Westphalien*, si mes vues sont exactes.

Le *Kanawha* ou *Pottsville supérieur*, tel qu'on le connaît dans nos bassins occidentaux paraît correspondre, en partie du moins, aux *Lower Coal Measures* de Grande-Bretagne... Le groupe de *Freeport* comprend la division supérieure de notre *série d'Allegheny* et l'on doit peut-être le ranger dans le *Westphalien*, quoique primitivement j'étais porté à le placer à la base du *Stéphanien*, car il semble plus récent que la flore du Pas-de-Calais de Zeiller ; en tout cas il n'est pas plus ancien que l'extrême sommet du *Westphalien*. Notre *Conemaugh* et notre *Monongahela* sont stéphaniens » (3).

Dans les schistes d'Atchinson (Nébraska), M. Pepperberg note la présence de *Nevropteris ovata*, *N. Scheuchzeri*, *Lepidostrobus Salis-*

(1) David White in Anton Handlirsch : Revision of american paleozoic insecte (*Proc. U. S. National Museum*, XXIX, p. 668 ; 1906).

(2) Lettres du 20 avril et du 14 juin 1909.

(3) On trouvera ce tableau de concordances, modifié selon les vues de M. D. White, dans notre mémoire : Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. (*Mém. Soc. Géol. du Nord*, VII, 2, p. 383 ; 1913) et dans le mémoire de M. P. Pruvost : Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais. La faune continentale, p. 318 (*Mem. Carte géol. de la France*, Imp. nationale, Paris, 1919).

buryi, etc. Il s'agit du *Pensylvanien moyen* ou *supérieur* (Pennsylvanian = Westphalien et Stéphanien) (1).

Grande-Bretagne. — Avant d'aborder l'analyse des mémoires qui ont paru depuis 1910 sur les végétaux carbonifères de Grande-Bretagne, il semble utile de rappeler les principales divisions du Carbonifère anglais, telles que les donne M. Dixon (2) :

7. *Radstockien* . . . (Upper Coal Measures)	Groupe de Keele (Nord du Staffordshire).	
6. *Staffordien* . . . (Transition series).	» de Newcastle.	»
	» des Etruria Marls.	»
	» de Black band.	»
5. *Westphalien* . . . (Sensu stricto)	Middle Coal Measures.	
4. *Lanarkien*. . . .	Lower Coal Measures.	»
	Majeure partie du Millstone grit.	»
3. *Série de Pendleside.*	Base du Millstone grit.	»
	Limestone shales.	»
2. *Avonien supérieur* .	Calcaire carbonifère (3).	
1. *Avonien inférieur* .		

Écosse. — M. R. Kidston se propose de décrire des empreintes de plantes fossiles carbonifères, recueillies depuis quelques années dans le houiller de Grande-Bretagne. Un premier mémoire a paru qui traite de quelques fossiles du Houiller d'Écosse. (4) Parmi les plus remarquables signalons un *Sphenopteris, Sph. incurva*, n. sp., voisin du *Sph. herbacea* Boulay, du Westphalien, mais qui en diffère par ses folioles plus petites et plus rhomboïdales et par ses

(1) R. V. Pepperberg : Preliminary notes on the carboniferous flora of Nebraska (*Nebr. Geol. Surv.* III, 11, pp. 313-330 ; pl. I-XI, 1910).

(2) E. E. L. Dixon : The geology of the Titterstone Clee Hill Coalfield (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, LI, part IV, p. 1064, 1917).

(3) Sur le calcaire carbonifère anglais (Sud-Ouest et Midland), ses relations avec le calcaire carbonifère de la Belgique, consulter : G. Delépine, Recherches sur le calcaire carbonifère de la Belgique. (*Mém. et Travaux des Facultés catholiques de Lille*, Fasc. VIII ; chap. V., pp. 349-387, 1911 ; René Giard, Lille).

(4) R. Kidston : Contributions to our knowledge of British palæozoic plants Part I. Fossil plants from the Scottish Coal-Measures (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh* LI, pt. III, pp. 709-720; pl. I-III ; text-fig. 2; nov. 1916).

pinnules terminales transformées en deux lobes arqués, délimitant une cavité qui a du abriter un organe (graine ?) disparu. Ce *Sphenopteris* provient du Westphalien, à l'Ouest d'Anchinleck (Ayrshire). M. Kidston décrit une espèce nouvelle de *Lagenospermum*, *L. parvulum*, plus petit que le *L. Kidstoni* Arber sp. ; il a été recueilli au Nord de Kirkconnel Church, Dumfriesshire, à un niveau westphalien.

Angleterre. — Le calcaire carbonifère du Nord-Ouest de l'Angleterre a fait l'objet d'études suivies de la part de M. Garwood (1), qui a donné la succession des niveaux marins, en la comparant à celle que le regretté Vaughan a reconnue dans la région de Bristol. A l'Ouest du district d'Arnside, à Meathop, dans la zone inférieure du *Calcaire carbonifère* que les recherches de M. Garwood permettent de rapporter à la zone à *Athyris glabristria* (C¹ de Vaughan) et pour préciser, à la partie supérieure de cette zone (sous-zone à *Semiluna Gregaria*) (2), M. Jackson et M. Garwood ont découvert des empreintes de plantes : *Archæosigillaria Vanuxemi* (Goeppert) Kidston et *Bothrodendron* sp. Jacks (3). Cet *Archæosigillaria* se trouve donc ici à un niveau inférieur à celui de Dyserth, Nord du pays de Galles, où MM. Wheelton Hind et Stobbs l'avaient signalé dans la zone à *Seminula* (S² de Vaughan).

(1) E. J. Garwood : The lower carboniferous succession in the North-West of England (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXVIII, pp. 449 586 ; pl. XLIV-LVI ; déc. 1912).

(2) E. J. Garwood (*op. cit.* 1912, pp. 506 et 551).

(3) J. Wilfrid Jackson : On the discovery of *Archæosigillaria Vanuxemi* (Göppert at Meathop Fell, Westmorland, with a description of the locality (*Geological Magazine*, Dec. V, vol. VII, pp. 78-81, 1910).

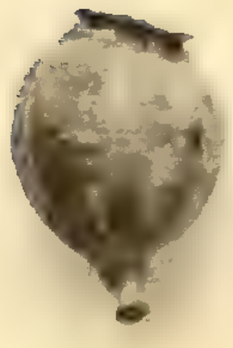
E. J. Garwood : On the horizon of the Lower Carboniferous beds containing *Archæosigillaria Vanuxemi* (Göppert) at Meathop Fell (*Geol. Magazine*, Dec. V, vol. VII, pp. 117-119, 1910).

(A suivre)

Nemours.— Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon

1

2

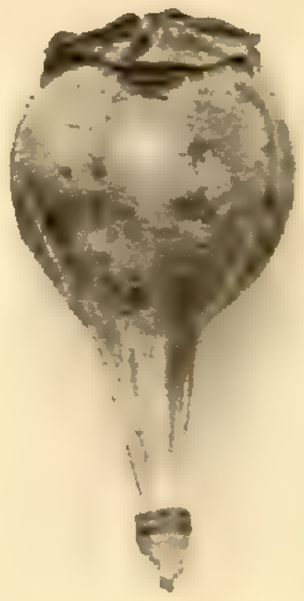


3

4

5

6



7

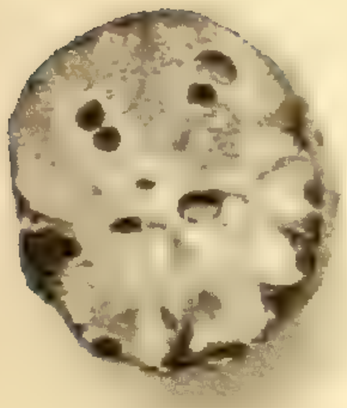
8

9

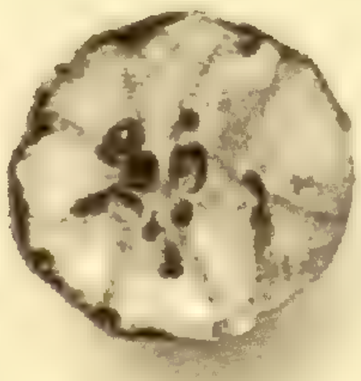
10

11

12



13



14

15

16

M. Molliard, phot.

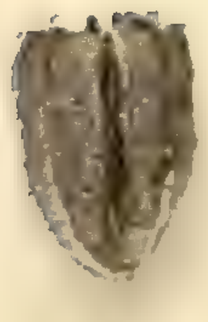
Galles d'*Aulax Papaveris*.

Le Deley, imp., Paris

1

2

3

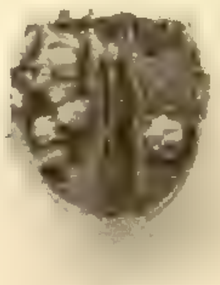


4

5

6

7



8

9

10

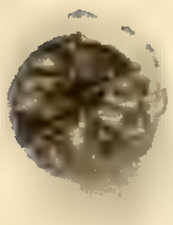
11

12

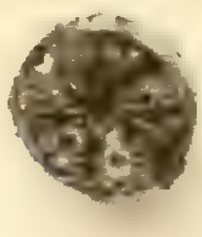
13

14

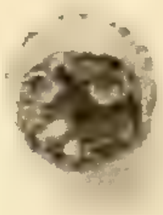
15



16



17



18

19

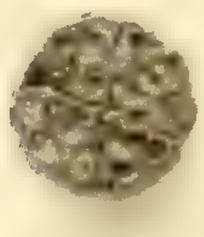
20

21

22

23

24



25

26

27

28

29

30

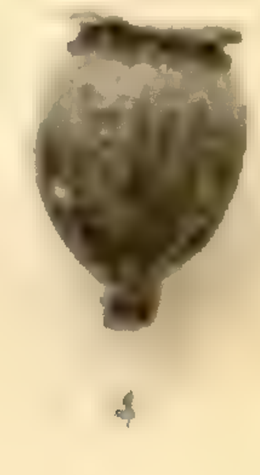
M. Molliard, phot. Le Delev, imp., Paris

Galles d'*Aulax minor*.

1

2

3



4

5

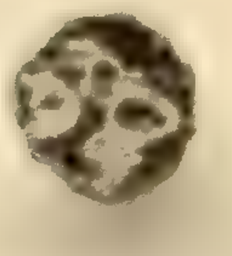
6

7

8

9

10



11

12

13

14

15

16

17

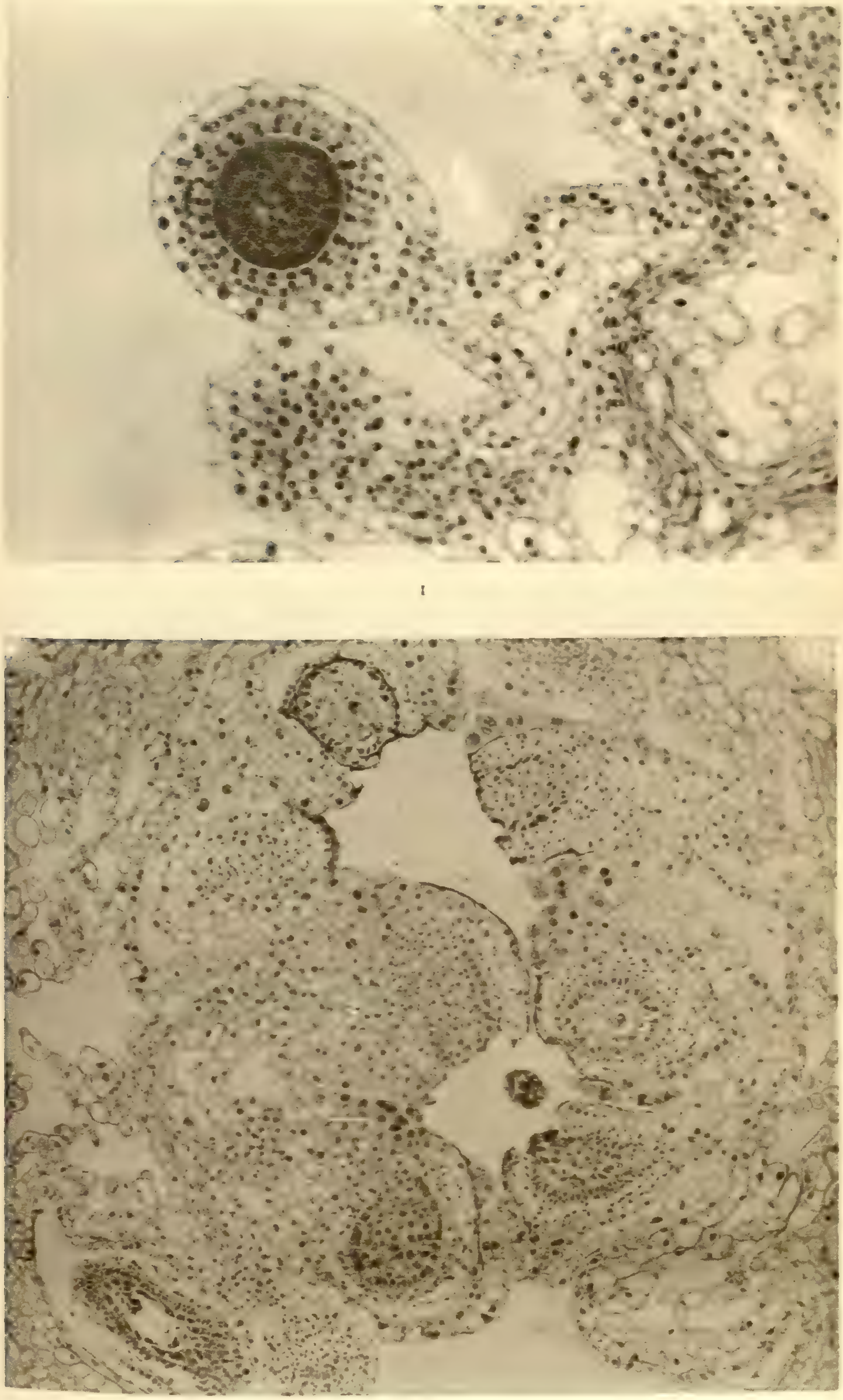
18

19

20

M. Molliard, phot. Le Deley, imp., Paris

Galles d'*Aulax minor*.



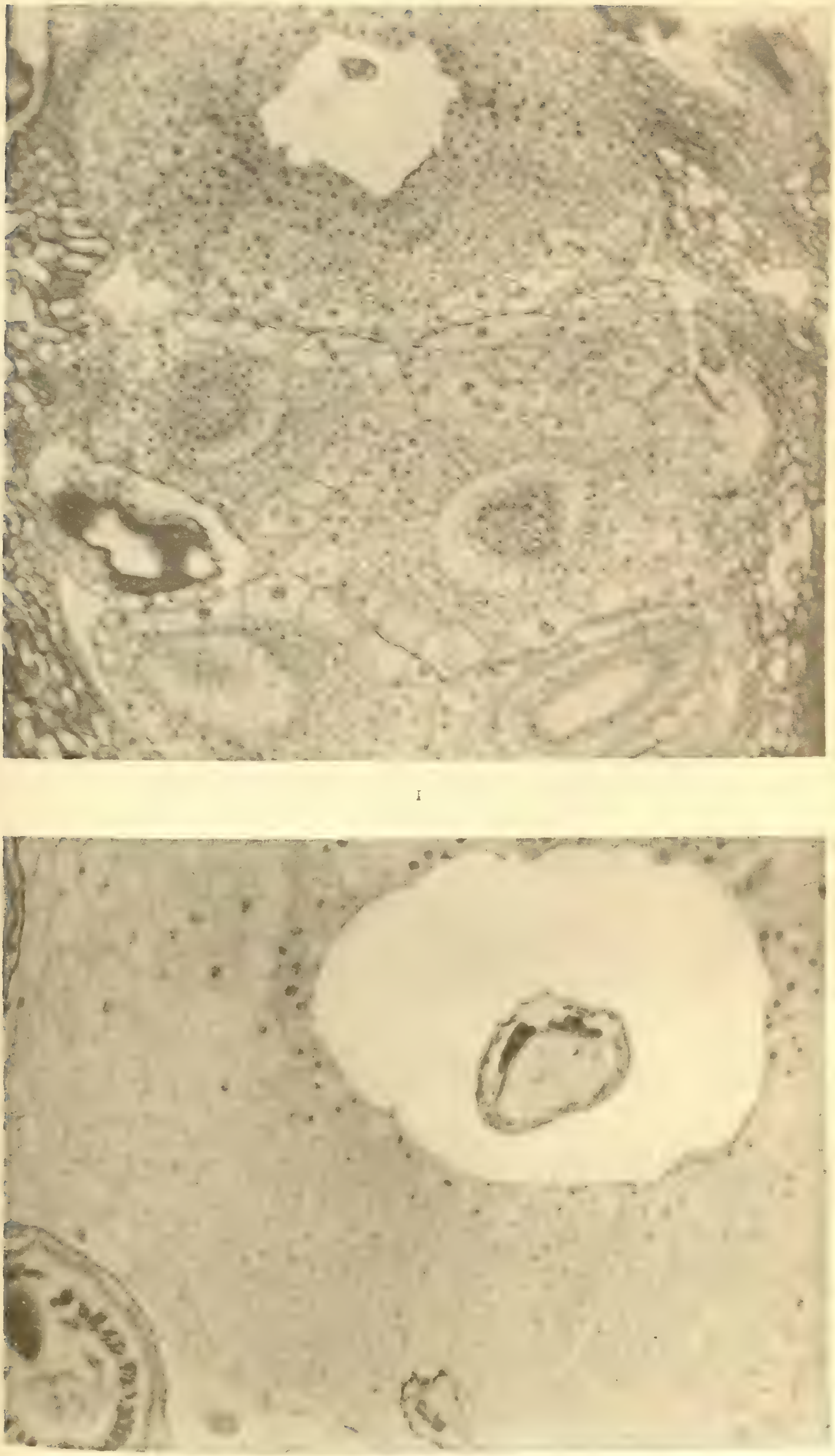
M. Molliard, phot. 2 Le Deley, imp., Paris

Galle d *Aulax minor*.

I

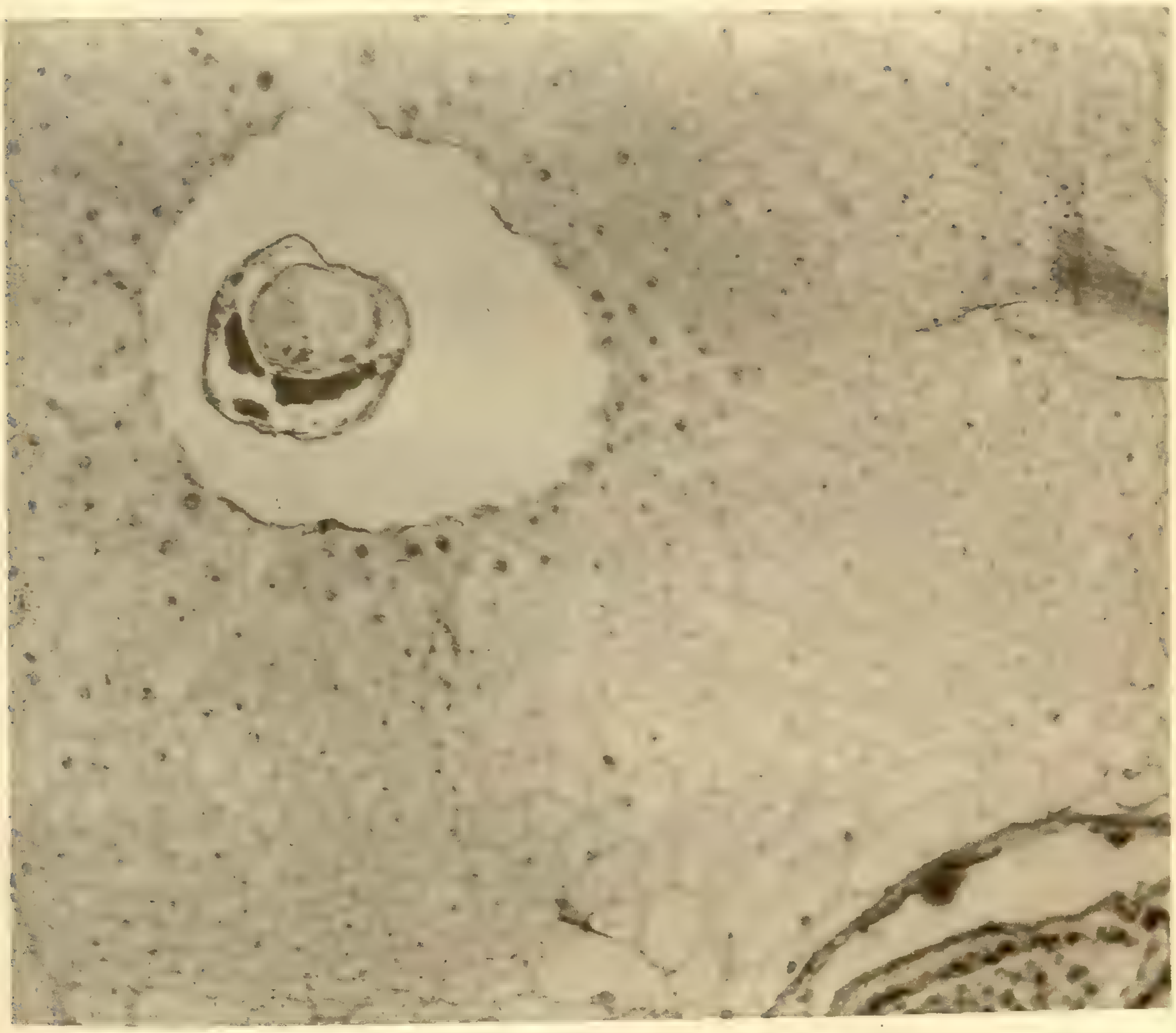
M. Molliard, phot. 2 Le Deley, imp., Paris

Galle d'*Aulax minor*.

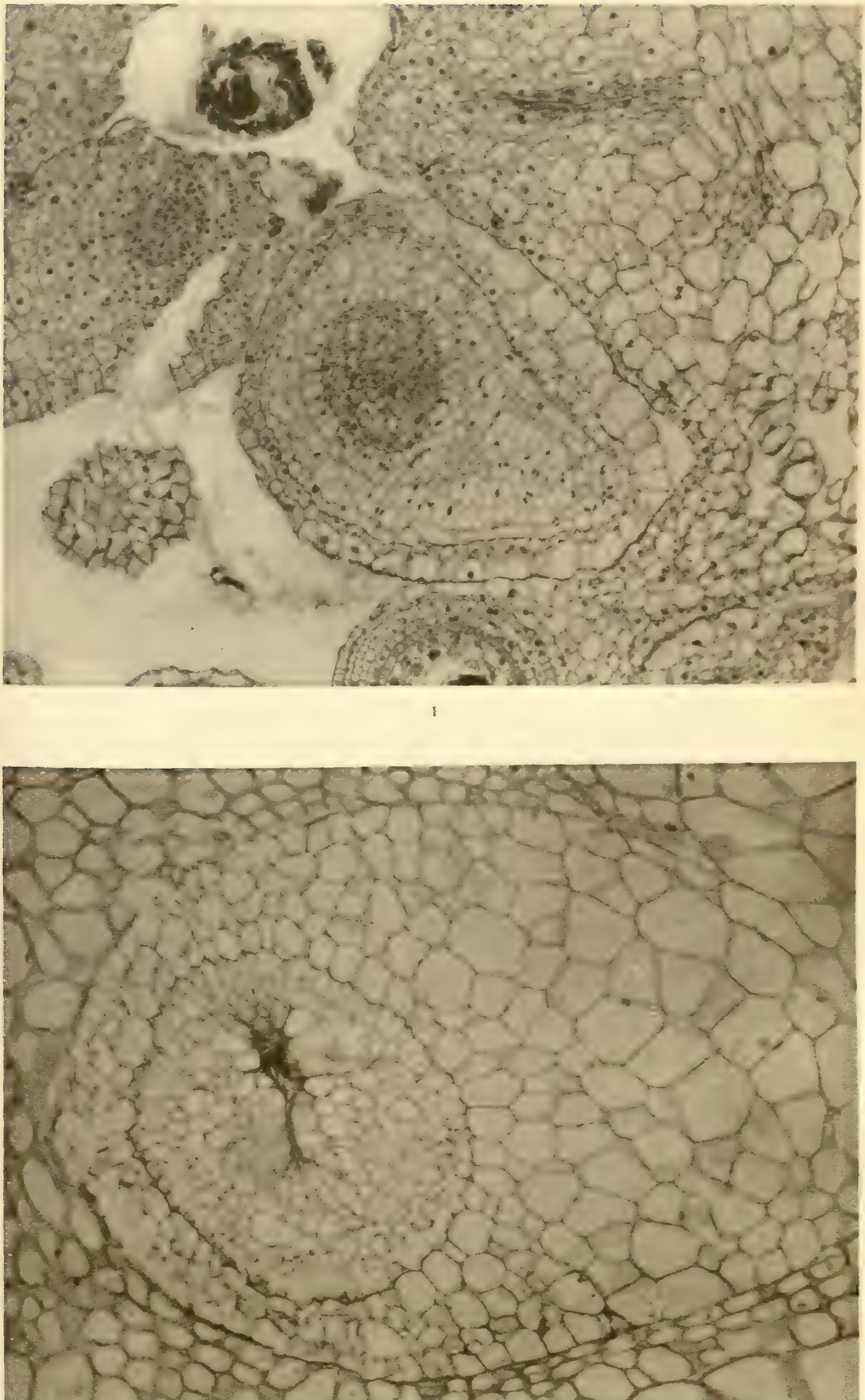


M. MOLLIARD, phot. 2 Le Deley, imp., Paris

Galle d'*Aulax minor*



I



M. Molliard, phot. 2 Le Delev, imp., Paris

Galle d'*Aulax Papaveris*.

LA FLORE
SEPTENTRIONALE DE MADAGASCAR
ET LA FLORE MALGACHE

par M. H. POISSON

L'étude de la flore des pays chauds a permis de se rendre compte de plusieurs particularités de la vie des plantes. La végétation plus intense de ces régions montre d'une manière plus tangible l'influence du milieu. Aussi est-il indispensable, non seulement de chercher à connaître toutes les plantes qui s'y développent, mais encore, de savoir dans quelles conditions les différents végétaux, herbacés, buissonnants ou ligneux, poussent et grandissent (1).

Comme pour tous les êtres vivants, le mode de vie des plantes dépend, dans l'espace et dans le temps, de deux facteurs principaux : le sol et le climat. Il en est un troisième, d'ordre tout autre, qui, dans la flore malgache actuelle, et plus encore dans celle de l'avenir, est prépondérant : l'influence de l'homme.

Si l'on regarde une carte géologique de Madagascar on est de suite frappé par la prédominance des terrains anciens, (archéens), sur les terrains sédimentaires, plus récents. Un large massif cristallin, composé en grande partie de roches grenues (granites, syénites etc.), occupe la partie centrale de l'île. Sur la côte occidentale, depuis le centre jusqu'à la mer, existe une série de plateaux et de vallonnements d'âges permien, triasique, jurassique, crétacé ou

(1) Ces notions deviennent de toute première nécessité pour les végétaux introduits, soit dans d'autres pays, soit dans les cultures européennes.

tertiaire. Au sud, ces sédiments s'étendent à travers la pénéplaine de l'Androy, jusqu'auprès de Fort-Dauphin. (1)

Si, d'autre part, on considère une carte géographique, on verra que le centre est occupé par des montagnes ou de hauts plateaux qui, sur le côté ouest, vont s'abaissant graduellement vers la mer, tandis que, sur le versant oriental, la pente est beaucoup plus abrupte. La chaine de montagnes, qui traverse Madagascar dans toute sa longueur, du nord au sud, n'est pas dans l'axe de l'île, mais placée beaucoup plus près de la côte orientale que de l'autre. Il s'en suit qu'on ne trouve à l'est qu'une légère bande de terrain entre le relief montagneux et la mer, alors que de l'autre côté de larges plateaux s'en vont en pente douce jusqu'au littoral.

En raison de cette double configuration géologique et orographique on a considéré trois régions dans l'île : 1° La région occidentale, 2° Le centre, 3° La côte est.

Toutes les études d'ensemble faites sur la flore malgache (2) conduisent aux mêmes divisions et à des résultats identiques. On est donc induit à considérer trois types de flores : celle du centre, celle de l'ouest et du sud, et celle de l'est (3).

L'extrême nord de Madagascar est une région qui comprend administrativement : la province de Diégo-Suarez, le district autonome d'Ambilobé, la province de Vohémar et une partie du district

(1) Une grande partie de ce pays est d'ailleurs formée de roches cristallines et cristallophylliennes (gneiss) mélangées à des schistes et des calcaires.

(2) Il serait beaucoup trop long de citer les travaux entrepris sur la flore malgache (Voir H. Poisson. Recherches sur la flore méridionale de Madagascar, Paris, Challamel, 1912, page 214 et suivantes index bibliographique). Je me ferai également un devoir de signaler les Mémoires dus à MM. Jumelle et Périer de la Bathie, parus depuis une quinzaine d'années dans les *Annales du Musée colonial de Marseille*, dans les *Annales des Sciences Naturelles*, la *Revue générale de Botanique*, l'*Agriculture pratique des Pays Chauds*, etc. — Voir aussi Baron. The floral of Madagascar (*Journal of the Linnean Society*. Volume XXV (reproduit en anglais dans *Antananarivo Annual*, 1891, traduit par M. Lamberton dans le *Bulletin Economique de Madagascar*. — *Ibidem*. Compendium de plantes malgaches (*Revue de Madagascar*, 21 fascicules parus du 10 septembre 1901 au 10 octobre 1906). — E. Heckel. Les Plantes utiles de Madagascar (*Annales du Musée Colonial de Marseille*, 18e année, 2e série, 8e volume, 1910). — Dandouan. Catalogue alphabétique des noms malgaches de végétaux (*Bulletin économique de Madagascar*, 2e semestre 1910 et 1er semestre 1911). — R. Viguier. Géographie botanique de Madagascar (*Agriculture pratique des Pays Chauds*, 1914).

(3) M. Viguier considère la flore du sud à part et admet quatre types ; elle semble bien cependant n'être que celle du type occidental adapté à un climat désertique.

sakalave de Nossi-bé. Au point de vue géographique, elle se termine au massif montagneux du Tsaratanana (1).

Creusée de baies profondes comme celle de Rigny, du Courrier, de Diégo-Suarez (la plus importante) etc., se terminant au Cap d'Ambre, en pointe triangulaire aiguë, cette région offre au point de vue biologique, des contrastes suivant les pays parcourus et en rapport, à la fois avec les terrains à sols différents, et les conditions diverses qu'on y rencontre. Il en résulte que l'on peut y retrouver tous les faciés végétaux des autres points de la grande île. En un mot, la flore septentrionale, dans ses diverses portions, offre une sorte de synthèse de la flore malgache toute entière.

La flore des calcaires (au Windsor-Castle, à la Montagne des Français, dans l'Ankara etc.) est par exemple, tout-à-fait comparable à celle des plateaux Mahafaly du sud-ouest ou à celle de l'Androy de l'extrême sud. On y rencontre en effet une prédominance marquée des végétaux à latex, buissonnants et épineux, tout à fait xérophiles.

Celle des régions sableuses ou gréseuses possède des végétaux très voisins de ceux de certains plateaux de l'ouest et des photographies prises dans la plaine de Marivorano, dans l'Andrafiamena, dans l'Antsakaï, aux environs d'Orangea, rappellent les types occidentaux de l'île du Boinia et de l'Ambongo par exemple.

Ailleurs, les plateaux à latérite basaltique (2) des environs de Diégo-Suarez (Tanambao, Tsarhena etc.) recouverts de savanes à Graminées, avec de ci de là, de rares arbres ou arbustes, ressemblent aux plateaux du centre. (3)

Le massif volcanique d'Ambre possède au contraire une végétation nettement tropicale qui peut se comparer à celle de la grande forêt de l'est.

Enfin, dans plusieurs portions du littoral, existe la flore des palétuviers, que l'on rencontre un peu partout à Madagascar.

(1) Ce massif, point culminant de Madagascar, est un des plus puissants de l'île et termine au nord la chaîne centrale (sommet : 2.880 m.).

(2) On désigne ainsi la terre rouge, ferrugineuse, résultant de la décomposition des basaltes. On rencontre dans la province de Diégo-Suarez, tous les intermédiaires entre le basalte noir et la terre ferrugineuse résultant de la décomposition de ces roches.

(3) Voir : H. Poisson et Ch. d'Alleizette. Contribution à la végétation des environs de Tananarive (Etude biologique et systématique). *Bulletin du Muséum*, 1911, page 171).

Avant de donner des détails sur ces différents faciés végétaux, il est intéressant d'en chercher les raisons. On peut les grouper sous deux chefs d'ordre naturel : 1° le sol, 2° le climat, et un troisième, d'ordre artificiel : l'action de l'homme.

A. — GÉNÉRALITÉS

I. Sol.

Il est peu de régions où les terrains soient plus divers que dans l'extrême nord. Si la partie méridionale du district autonome d'Ambilobe est occupée par des terrains archéens, on rencontre successivement, en remontant vers le nord, des terrains cristallophylliens plus ou moins aurifères, comme dans l'Andavakoéra et sur la Mahavavy moyenne, des roches schisteuses permo-triasiques (1), des grès et argiles du Lias (région de l'Andrafiamena), des calcaires jurassiques (pays de l'Ankara), puis on arrive dans la région de la montagne d'Ambre, gros massif volcanique basaltique, dont dépendent les plateaux à latérite rouge des environs immédiats de Diégo-Suarez. A l'est de cette ville, existe la chaîne calcaire des Français, constituée par des assises crétacées et tertiaires. Enfin dans quelques parties basses se trouvent des formations récentes, pleistocènes ou sub-actuelles, constituant, soit des assises terrigènes, soit des sables ou des dunes. (2)

(1) Ces schistes contiennent des nodules à Poissons fossiles qui ont été signalés et étudiés par M. A. Merle, chef du Service des Mines de Madagascar [Note sur les Poissons fossiles de la région d'Andavakoera (*Bulletin de l'Académie Malgache* 1908, volume VI, page 13, planches 4 et 5)]. — H. Poisson. Note complémentaire à l'étude des Poissons fossiles de Bobatomandry [*Bulletin de l'Académie Malgache* 1917 (en cours de publication)]. — Au point de vue stratigraphique voir : Douvillé. Sur la découverte du trias marin à Madagascar (*Bulletin de la Société Géologique de France*, 4e série, tome X, page 125). — *Ibidem*. Les explorations géologiques de M. Périer de la Bathie (*Comptes-rendus Académie des Sciences*, tome CLIII, page 414, 14 août 1911 et *Bulletin économique de Madagascar* 1912, 1er semestre, page 89). — Périer de la Bathie et Zeiller. Sur une flore triasique découverte à Madagascar (*Comptes-rendus Académie des Sciences*, tome CLIII. page 230, 24 juillet 1911 et *Bulletin économique de Madagascar* 1912, 1er semestre, page 85). — Périer de la Bathie. Note sur la vallée Permo-triasique et le contact des terrains métamorphiques et des terrains sédimentaires dans l'ouest de Madagascar. (*Bulletin économique de Madagascar* 1910, 2e semestre page 199). — Bordeaux. Les mines d'or de la région d'Andava Koera (*Revue universelle des Mines*, tome XXX, 4e série, 54e année, 1910, page 60 et *Bulletin Economique de Madagascar* 1910, 2e semestre, page 187).

(2) Voir Lemoine. Etudes géologiques dans le nord de Madagascar. Thèse de Doctorat es-sciences 1906. — R. Decary. Note sur la haute vallée de la Betaitra

II. Climat

Dans tout le nord le climat varie beaucoup suivant les régions (1).

1° *Régime des vents.* — On sait que Madagascar est soumis au régime des moussons, et que pendant les mois de mars à octobre, c'est-à-dire, pendant l'automne et l'hiver austral, le vent souffle dans une direction sud-est, ce qui rend la côte d'un accès difficile, en cette saison, à la navigation.

En raison de sa forme en pointe, l'extrême nord de l'île es ventilé d'autant plus que l'on approche de son extrémité septentrionale, qui est le Cap d'Ambre ; dans cette région, la mer est presque toujours mauvaise. Les plateaux d'Ankarafabé et de Babaomby (2), qui se trouvent immédiatement au sud du Cap d'Ambre, les grands plateaux de Cap-Diégo, de Tanambao, de Tsarhena etc, qui leur font suite dans l'intérieur, sont de ce fait, soumis à des vents parfois très violents ; il en résulte une sécheresse considérable (3) et à partir du mois de juin, les Graminées qui poussent sur ces plateaux sont sèches, ligneuses et dures, et les indigènes, pour détruire ces hautes herbes y mettent le feu. C'est la coutume des feux de brousse sur laquelle je reviendrai plus loin. Cette influence du vent, est nettement visible et tangible, si l'on regarde certains arbres de ces plateaux figure 1 qui sont tordus et d'aspect tourmenté. Dans ces régions il y a prédominance d'arbres à feuillage caduc.

A mesure que l'on descend sur l'ouest, les caractères précédents s'atténuent et, dans cette région, la mousson se fait moins sentir car les vents sont arrêtés par les reliefs du massif d'Ambre. Il est d'ailleurs intéressant de constater l'influence des chaines de montagnes sur la flore des vallées. Quelle que soit la nature du terrain, que l'on soit en sol calcaire comme à la montagne des Français, en terre

Académie malgache, séance du 22 avril 1920 reproduit dans la *Revue agricole et vétérinaire de Madagascar*, 5e année, nos 4-5-6 avril-mai-juin 1920 (réunis), p. 164. — H. Poisson. La presqu'île de Cap-Diégo, le Winsor Castle et le Babaomby *Revue agricole et vétérinaire de Madagascar*, février 1918, n° 16, page 65.

1) Consulter pour la météorologie de Madagascar, les notes et bulletins publiés depuis vingt ans dans le *Bulletin Economique de Madagascar*, la *Revue de Madagascar*, le *Bulletin de l'Academie malgache*, la *Revue agricole et vétérinaire*, les *Annuaires et Guides annuels de la Colonie*.

(2) Mot à mot « Le père des Bœufs » à cause de la densité très forte de la population bovine en cette région.

3) Cette secheresse est due à l'évaporation très rapide des eaux après la saison des pluies (novembre à mars).

gréseuse comme dans l'Antsakaï, en terrain archéen comme dans les hautes vallées de l'Ifasy et de la Mamoro, par exemple, chaque fois que l'on se trouve à l'abri des vents, la végétation reparait plus forte et à types (herbacés ou ligneux) plus vigoureux et plus beaux.

Fig. 1. — Arbre tordu par le vent (route des Salines, environs de Diego-Suarez), dessin d'après nature, 9 Septembre 1916. H. Poisson. — L'arbre est un Flamboyant (*Poinciana regia* Bojer. Famille des Légumineuses).

2° *Régime des pluies.* — Etant données les différences nombreuses d'altitude et de directions des reliefs, il y a une distribution des pluies et de la nébulosité (1), très variable dans les différentes portions du nord de Madagascar.

En thèse générale, on peut dire que la région où l'on enregistre les plus grandes précipitations atmosphériques est celle du massif d'Ambre (2). En outre, il faut remarquer aussi, qu'il pleut davantage à l'est qu'à l'ouest ce qui est en concordance avec ce qui se passe

(1) Et, comme corollaire, de l'état hygrométrique.

(2) Le massif d'Ambre a une altitude moyenne de 1.300 m. ; il en est de même *a fortiori* de la région du Tsaratanana et de ses contreforts (Besofo, Andrahary, etc.).

dans le reste de l'île. Les deux facteurs qui jouent un rôle dans la distribution des pluies sont donc : l'altitude et l'exposition orientale.

Il n'en faudrait pas déduire cependant que les parties les plus basses soient forcément sèches, car il y a, sur la côte occidentale, nombre de dépressions occupées par des marécages (environs de Befotaka (1), plaine d'Anamakia par exemple), dépendant d'ailleurs des formations littorales.

3° *Chaleur solaire.* — La répartition de la chaleur est également très variable avec les différents terrains : très élevée sur les calcaires elle contribue à donner à ces terrains leur faciés xérophyte, c'est le cas de la montagne des Français, du Windsor-Castle, de l'Ankara etc. — Le rivage sableux d'Orangea, les plaines à arènes micacées de Marivorano et d'Ambilobe, les grès de l'Andrafiamena, du Leviky, de l'Ankomokomo, etc. sont également très isolés et plus chauds que les régions basaltiques ou latéritiques de Diégo-Suarez, de Sadjoavato, d'Anivorano par exemple.

Le climat est donc très variable suivant les différentes régions.

III. Influence de l'homme

Comme partout dans l'île, l'homme a détruit dans de notables proportions l'antique forêt tropicale malgache ; il en est résulté un changement de faciés de la flore que M. Périer de la Bathie a signalé pour le domaine malgache tout entier, dans une étude, à la fois suggestive et saisissante (2).

Partageant les idées de ce biologiste éminent, qui depuis de longues années parcourt, pas à pas, notre colonie, et qui est certes le Français connaissant le mieux la flore malgache, tant au point de vue biologique que systématique, je voudrais essayer de montrer, comment, dans le nord, l'homme a opéré. Il faut pour cela considérer deux cas : 1° l'action des indigènes ; 2° l'action des européens.

1° *Action des indigènes.* — Le défrichement de portions plus ou

(1) Mot à mot : où il y a beaucoup de boue.

(2) Périer de la Bathie. Histoire d'un changement de faciés, ou les modifications récentes ou actuelles de la flore malgache (*Bulletin de l'Académie malgache* n° X, 1er semestre 1912, Tananarive).

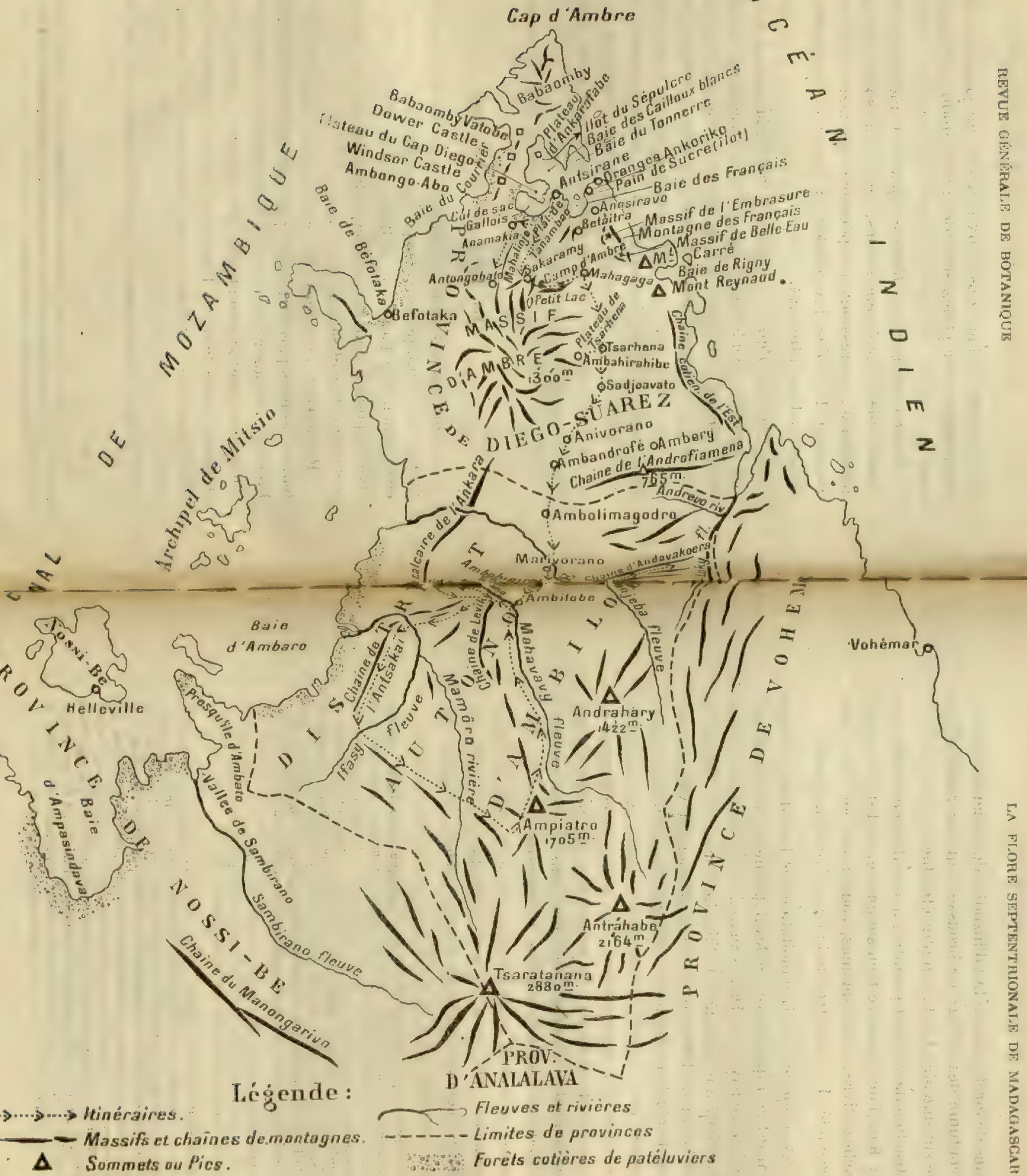


Fig. 2. — *Carte de la région septentrionale de Madagascar*

moins étendues de forêt, dans le but d'installer des rizières, est l'origine de la coutume des « feux de brousse » qui se renouvellent chaque année sur une aire de plus en plus étendue.

Cette destruction de la forêt primitive a été d'ailleurs faite par le fer et par le feu, d'une manière bien sommaire, et il suffit d'avoir vu des malgaches, livrés à eux-mêmes, couper du bois dans une forêt pour être édifié (1). En outre l'indigène ne replante jamais.

2° *Action des européens.* — L'exploitation des bois dans le nord de Madagascar est en rapport avec le développement de la colonisation française dans ce pays. Or, Diégo-Suarez est un centre de colonisation bien antérieur à la conquête de l'île. Les premiers colons du Cap d'Ambre datent de 1880 environ. Actuellement la ville d'Antsirane (2) possède plusieurs usines et fabriques qui sont exclusivement entretenues par le bois ; si l'on joint à cela, les usines de la société des Mines d'or d'Andavakœra, les usines de conserves de viande et les besoins de quelques autres centres, on peut affirmer qu'avec la consommation annuelle du bois, dans 20 ans les forêts auront disparu pour toujours du nord de Madagascar (3).

Il est heureusement fort probable qu'avant cette date, on aura trouvé des remèdes. On peut replanter en effet, car certaines essences d'arbres, comme l'*Albizzia Lebbeck.* Benth. (famille des

(1) A Diégo-Suarez il y a eu pendant la campagne 1914-1918, jusqu'à 10.000 hommes de troupe, répartis dans les divers quartiers et dans les postes de la garnison. Il fallait voir, à la Montagne des Français par exemple, comment les hommes coupaient le bois nécessaire à leur cuisine. Les troncs étaient coupés à 0m,60, 0m,80 et même 1 m. du sol, déchiquetés le plus souvent, les essences précieuses (Palissandre, Ebène, etc.) étaient employées au même titre que les bois ordinaires. Il a fallu l'intervention du commandant de place, et de l'administration, pour mettre fin à cet état de choses et réglementer la coupe des bois.

(2) Antsirane (mot à mot : où il n'y a pas d'eau, nom donné à cause de la sécheresse du plateau environnant la ville) est le chef-lieu de la province de Diégo-Suarez. Il est employé comme synonyme de Diégo-Suarez.

(3) Ayant séjourné 42 mois dans ce pays, j'ai pu voir des étendues notoires de forêt disparaître (au Sakaramy, au massif de l'Embrasure, à Mahatinjo, dans l'Ambongo-Abo par exemple) et la savane stérile apparaître. Les bois exploités étaient très souvent employés, soit au chauffage des usines, soit (les bois blancs et légers) à la fabrication de caisses d'emballage pour les produits expédiés en France. — M. Girot-Genet a énuméré les causes de destruction des forêts malgaches et leur reconnaît, outre les causes énoncées ici, la fabrication intensive du charbon de bois (ce qui est vrai pour la forêt des charbonniers à Orangeo) et l'exploitation irraisonnée de certaines plantes industrielles (lianes à caoutchouc et arbres à gomme) c'est ce qui a eu lieu dans le sud et le sud-ouest (Intisy, etc.).

Légumineuses) (1) se développent parfaitement et vite sur la latérite (2). En outre il est à souhaiter que l'on utilise d'autres éléments de force que la chaleur du bois (3).

Quoiqu'il en soit, la forêt malgache, dans le nord, disparaît de plus en plus. Ce changement de faciés s'accomplit en deux temps. Tout d'abord, lorsque par le fer et le feu, l'on a détruit une portion de vieille forêt, il en repousse une autre, mais composée de végétaux bien différents du premier, ce ne sont plus des arbres mais des arbustes buissonnants, lianoïdes, où dominent des espèces appartenant aux familles des Composées, des Légumineuses, des Asclépiadées etc. C'est ainsi que j'ai pu noter :

Plantes grimpantes, lianes ou buissons.

Ipomea. sp.? (Convolvulacées), *Combretum coccineum* Lam. (Combrétacées), *Gloriosa simplex L.* (Liliacées), *Cynanchum* sp? (Asclépiadées), *Cryptostegia grandiflora* R. Br. (Asclépiadées) (4), *Vastus capitatus* Kunth. (Graminées) (5), *Clitoria Ternatea* L. (Légumineuses) (6), *Canavalia* sp? (Légumineuses), *Cæsalpinia Bonducella* Fl. (Légumineuses) (7), plusieurs Euphorbes voisines de *E. tirucalli* L. etc..

Arbres ou arbrisseaux.

Quelques Tamariniers (*Tamarindus indica* L. (Légumineuses), des Papayers sauvages, *Carica papaya* L. (Passiflorées), le « Vonta Ka » *Strychnos spinosa* Lam (Loganiacées) (8), *Jatropha Curcas*. L.

(1) Nom indigène : Bonara, nom malgachisé de « Bois noir », sous lequel on désigne cet arbre à la Réunion.

(2) Des essais très heureux ont été tentés par la Société des conserves alimentaires de la Montagne d'Ambre, à 5 kil. de Diégo-Suarez (ancienne concession Simonetti-route des Placero).

(3) Dans ces régions on pourrait facilement utiliser la force du vent. Voir : H. Poisson. La Houille azurée (*Revue agricole et vétérinaire de Madagascar*, n° 8, 1919, page 202).

(4) Nom indigène : Lombiri. Commune un peu partout, plante à latex caoutchoutifère.

(5) Sortes de Bambous de couleur vert tendre, retombants et enchevêtrés, à tiges grêles, formant des buissons épais.

(6) Ubiquiste.

(7) Forme des buissons épineux très denses.

(8) Fruit ou « pomme » comestible, acidulé; existe surtout dans les terrains sableux dont il est un des végétaux caractéristiques.

(Euphorbiacées) (1), des Goyaviers sauvages (*Psidium pomiferum* L. (Myrtacées), *Terminalia crenata* Bois. Combrétacées), *Turrea macrantha* Dang. (Méliacées) (2).

Plantes à tubercules.

Ces végétaux sont désignés par les indigènes sous le nom général d' « Ovi » qui signifie racine ou tubercule. Ce sont généralement des espèces du genre *Dioscorea* (3) (Dioscoréacées), ainsi qu'une curieuse Taccacée le « Tavolo », *Tacca pinnatifida* Forst., dont le tubercule est comestible et contient de l'amidon. Il s'y rencontre aussi des Asclépiadées à parties souterraines renflées. Il est un fait intéressant à rappeler, c'est que dans la forêt de deuxième venue il y a un grand nombre de plantes à tubercules, et cependant ces végétaux qui devraient mieux que d'autres résister, disparaissent à leur tour du fait des feux de brousse.

Ces forêts, dont celle d'Orangea fournit un bon exemple, se retrouvent dans différentes régions de l'île, c'est ce que j'appellerai la deuxième forêt. A la fin de la saison sèche, un incendie de la steppe voisine communique facilement le feu à ses broussailles, par le vent toujours plus ou moins violent; alors tout brûle et cette fois aucun arbre ne repousse, c'est la savane à graminées qui seule recouvre le sol calcaire, et s'y développe pour toujours.

(A suivre)

(1) Nom vulgaire : « Pignon d'Inde », originaire d'Amérique, très répandu à Madagascar, échappé des cultures parfois, sert le plus souvent à faire des clôtures, et dans les régions où l'on cultive la Vanille sert de tuteur. La graine comme celle du Ricin contient une huile purgative, drastique.

2) La fleur de cette plante est très odorante : le parfum rappelle l'Ylang-Ylang (*Cananga odorata* Hook et Thomp. (Anonacées). Voir : P. Danguy. Description de quatre Méliacées de Madagascar (*Bulletin du Muséum* 1919, page 364).

(3) Voir : Jumelle et Périer de la Bathie. Fragments biologiques de la Flore de Madagascar. *Annales du Musée colonial de Marseille*, 18e année, 2e série, 8e volume, 1910, pages 373 à 430. Dans ce mémoire, outre le Tavolo, les auteurs étudient avec beaucoup de détails les différentes espèces de *Dioscorea* dont certaines sont toxiques. Voir aussi pour le Tavolo : Heckel. Plantes utiles, page 218. Ce terme indigène s'applique également à des plantes différentes en particulier à des arbres de la famille des Lauracées du genre *Ravensara*. (P. Danguy. Lauracées de la forêt d'Analamazotra. *Bulletin du Muséum* 1920, page 547).

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

DU

VEXIN FRANÇAIS

par M. Pierre ALLORGE

(suite)

---

1. — Plancton à Diatomées.

C'est principalement dans la Seine, l'Oise et leurs bras morts que ce type est bien caractérisé.

Des pêches périodiques faites en différents points de la Seine, de Montereau à la mer, m'ont déjà fourni de nombreux matériaux pour une monographie ultérieure.

Je me bornerai à donner ici l'analyse d'une quinzaine de pêches faites dans la Seine aux environs de Meulan.

Les listes du tableau III ne comprennent ni les bactéries, ni le nannoplancton. Les bactéries se rapportent à des études très spéciales, quant au plancton de centrifugation, très abondant dans les eaux de la Seine, je n'ai pu en tenir compte dans un travail d'ensemble comme celui-ci.

Si l'on compare les pêches 1, 4, 6, 10, 12 et 1 bis, 4 bis, 6 bis, 10 bis, 12 bis (Tabl. III), on constate que le plancton des bras actifs — potamoplancton proprement dit — ne diffère du plancton des bras morts — héléoplancton — que par des caractères *négatifs* : peu d'éléments sont spéciaux au premier, alors que plusieurs Algues ne paraissent pas exister en dehors des bras morts.

Au point de vue de la masse du plancton figuré et du nombre absolu des individus, les bras morts sont également bien mieux partagés ; en hiver, le plancton des bras actifs est peu abondant et

le filet ramène surtout des débris organiques ou minéraux entraînés par le courant.

Les bras morts, suivant qu'ils sont en communication plus ou moins large avec le fleuve, sont soumis à des conditions analogues et l'on peut, par suite, noter toute une série de types intermédiaires entre les deux variétés de plancton.

C'est, en somme, dans les bras morts et, accessoirement, dans les peuplements marginaux d'hélophytes qu'il faut chercher l'origine du plancton des bras actifs : le potamoplancton apparaît donc comme une variété appauvrie d'héléoplancton. La même conclusion est présentée dans les travaux consacrés à cette question par Fritsch en particulier, pour un fleuve, la Tamise, dont le plancton est tout à fait comparable à celui de la Seine [107-108] et par Kofoid [151].

La florule des deux stations appartient à un même groupement que l'on peut appeler, d'après deux de ses éléments caractéristiques, constants toute l'année et saisonnièrement dominants, association à *Fragilaria crotonensis* et *Asterionella gracillima*.

Parmi les autres espèces caractéristiques, il faut citer des Diatomées (*Attheya Zachariasi, Stephanodiscus Hantzschii, Tabellaria fenestrata, Synedra delicatissima*), des Flagellés (*Ceratium Hirundinella, Peridinium inconspicuum*), des Protococcales (*Ankistrodesmus longissimus, Actinastrum Hantzschii, Crucigenia rectangularis, Richteriella botryoides, Golenkinia radiata, Chodatella quadriseta*) et des Myxophycées (*Anabæna spiroides, Cœlosphærium Kutzingianum*).

Les autres Algues énumérées dans le tableau III sont ou très rares (*Tetraedron* sp. pl.) et dès lors de valeur sociologique difficile à préciser, ou présentes également dans d'autres groupements et, par suite, moins significatives.

Pour être complet, il faudrait signaler la présence dans le plancton (celui des bras actifs, en particulier) d'éléments manifestement adventices et, appartenant aux groupements littoraux ou benthiques : grands *Closterium* (*C. Ehrenbergii, C. Pritchardianum, C. acerosum, C. Leibleinii*), Diatomées (*Melosira varians, Diatoma* sp. pl., *Cymatopleura elliptica, C. Solea, Surirella spiralis*) et Conjuguées filamenteuses (surtout *Spirogyra, Mougeotia* et *Oedogonium*, représentés par des filaments stériles).

Il est difficile de formuler des conclusions sur les variations saisonnières dans la composition du plancton, les pêches périodiques analysées ici s'échelonnant sur deux années seulement. On peut toutefois, en ce qui concerne plus spécialement le potamoplancton ; indiquer les faits suivants qui correspondent aux remarques générales énoncées à propos d'autres fleuves :

présence de Diatomées vivantes durant toute l'année avec maximums saisonniers variables suivant les espèces ;
abondance des Protococcales pendant les périodes de grandes chaleurs ;
rareté relative des Myxophycées.

Enfin, on notera pour certaines espèces les maximums suivants, en été, pour *Ceratium Hirundinella*, au printemps et à l'automne pour *Dinobryon Sertularia*.

L'extension géographique des groupements planctoniques, et plus généralement des groupements d'Algues d'eau douce, est encore mal connu.

A considérer le cosmopolitisme d'un grand nombre d'Algues, il peut paraître illusoire de vouloir délimiter comme pour les Bryophytes et les Plantes vasculaires, des associations régionales. G. S. et W. West pour les Desmidiées [243], Wesenberg-Lund pour le plancton en général [239] ont cependant établi que certaines régions possèdent des groupements algologiques particuliers et, comme le dit justement Virieux, « il n'est pas impossible de tracer les caractères généraux des régions envisagées à ce point de vue surtout si l'on examine... l'*association pélagique* entière d'une même région lacustre, avec ses constituants principaux et aussi ses caractères négatifs » [235 bis, p. 180 (176)]. Il en sera de même si l'on considère, par exemple, un bassin fluvial avec son réseau hydrographique ou un ensemble de petites stations aquatiques de caractères écologiques comparables, comme les mares siliceuses des plateaux meuliers ou grèseux du bassin de Paris.

Pour ce qui regarde l'association à *Fragilaria crotonensis* et *Asterionella gracillima*, elle se retrouve dans toute l'Europe et l'Amérique boréales, de la plaine aux lacs de haute altitude, avec des variations nombreuses dans son cortège floristique et dans la distribution saisonnière des éléments. Dans le Jura, par exemple,

TABLEAU III

PLANCTON A *DIATOMÉES* (bras actifs et bras morts de la Seine)

(abbrév. : *gb*, grand bras ; *pb*, petit bras ; *bm*, bras mort)

DATE	15 x 18		29 XI 18	7 III 19	16 V 19		9 VII 19	1 IX 19		25 X 19	28 XII 19	3 IV 20	23 VI 20		18 VII 20	27 IX 20		22 XI 20
T° DE L'EAU	13°		7°5	8°	18°		24°5	14°5		6°	7°	13°	22°5		26°	18°		6°5
LOCALITÉ	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	JUZIERS *pb*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *gb*	MEULAN *pb*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*
	1	1 bis	2	3	4	4 bis	5	6	6 bis	7	8	9	10	10bis	11	12	12bis	13
MYXOPHYCÉES																		
Merismopedium elegans	+	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	+
M. glaucum	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	+	..	+	..
Cœlosphærium Kützingianum	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	+	..	..	+
Polycystis Flos-Aquæ	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	+	..	+	..
Oscillatoria sp. pl.	..	..	+	+	..	..	..	..	+	+	..	..	..	+	..	..	..	+
Anabœna Flos-Aquæ	..	..	..	..	..	+	+	..	+	..	..	..	..	+	+	..	..	..
A. spiroides	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	+	..	+	..
FLAGELLÉS																		
Mallomonas cf producta	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Dinobryon Sertularia	+	abt(1)	..	..	r	abt	+	r	abt	..	..	abt	+	+	abt	r	abt	..
D divergens	..	r	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	r	abt	..	..	..
Euglena Acus	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
Phacus Pleuronectes	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	+	..
Ph. longicauda	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
Ph. Pyrum	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
Trachelomonas hispida	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
Glenodinium Pulvisculus	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Peridinium tabulatum	..	+	..	..	..	abt	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
P. bipes	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
P. inconspicuum	+	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
P. cinctum	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Ceratium Hirundinella	r	abt	..	..	r	r	abt	..	r	..	..	..	..	dt	r	r	abt	..
DIATOMÉES																		
Melosira italica	r	dt	..	r	abt	abt	r	r	abt	..	r	r	+	+	+	r	abt	r
Cyclotella Kützingiana	..	..	+	..	..	..	+	..	..	+	..	..	+	..	+	+	+	+
Stephanodiscus Hantzschii	+	..	..	..	+	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	+
Attheya Zachariasi	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	.	..	..
Tabellaria fenestrata	..	+	..	..	..	r	+	..	..	..	..	r	r	.	r	abt	abt	r
Fragilaria crotonensis	r	r	+	..	+	r	abt	+	abt	r	r	abt	..	r	r	+	+	+
Synedra Acus delicatissima	..	+	+	..	+	+	..	+	..	+	..	+	..	+	+	+	+	..
S. Ulna	..	..	+	..	..	..	..	+	+	+	..	..	+	..	+	+	..	+
S. capitata	+	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	+
S. actinastroides	..	..	..	..	..	abt	r	r	r	..	..	..	abt	abt	+	..	..	..
Asterionella gracillima	abt	abt	r	..	dt	..	abt	abt	r	dt	r	r	dt	r	r	dt	dt	r
Cocconeis Placentula	..	..	+	+	+	..	..	..	..	+	+	+	..	..	..	..	+	+
Gyrosigma attenuatum	+	..	+	+	..	..	..	+	..	+	+	+	..	..	+	+	..	..
G. acuminatum	..	+	+	..	+	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..
Cymbella Ehrenbergii	+	..	+	+	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..
C. affinis	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..
Nitzschia sigmoidea	+	..	+	..	..	..	..	+	+	+	+	..	..	..	+	..	..	..
N. vermicularis	+	+	+	+	+	..	..	..	..	+	+	+	..	..	+	..	..	..
N. acicularis	+	+	+	..	+	..	..	+	..	..	+	..	+	..	..	+	..	+
Hantzschia amphioxys	+	..	..	..	+	..	..	+	+	..	+	+	+	..	..	..	..	..
Cymatopleura Solea	..	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..
C. elliptica	+	..	+	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..
Surirella biseriata	+	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..
S. splendida	+	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..
CONJUGUÉES																		
Closterium pronum	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
C. Cornu	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
Cosmarium punctulatum	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Staurastrum paradoxum	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..
S. gracile	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	+	+	..	..	..
CHLOROPHYCÉES																		
Chlamydomonas sp. pl.	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	..	abt	..	abt	..	..	+

(1) Par exception, trois degrés d'abondance seulement ont été distingués ici.

DATE	15 x 18		29 XI 18	7 III 18	16 V 19		9 VII 19	1 IX 19		25 X 19	28 XII 19	3 IV 20	23 VI 20		18 VII 20	27 IX 20		22 XI 20
T° DE L'EAU	13°		7°5	8°	18°		24°5	14°5		6°	7°	13°	22°5		26°	18°		6°5
LOCALITÉ	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	JUZIERS	MEULAN	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *gb*	MEULAN *pb*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*	AUBERGENVILLE *gb*	AUBERGENVILLE *bm*	MEULAN *pb*
	1	1 bis	2	3	4	4 bis	5	6	6 bis	7	8	9	10	10bis	11	12	12bis	13
Gonium pectorale	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
Pandorina Morum	..	..	..	..	..	+	+	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..
Eudorina elegans	..	+	..	..	..	..	+	+	+	..	..	..	+	..	abt	..	..	..
Sphœrocystis Schrœteri	..	+	..	..	..	..	+	+	+	..	..	..	+	+	+	+	..	..
Pediastrum clathratum	..	..	..	..	+	..	+	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..
P. duplex clathratum	+	..	..	..	..	..	+	+	+	..	..	+	+	..	+	..	..	..
P. Boryanum	..	+	..	..	..	+	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Golenkinia radiata	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..
Richteriella botryoides	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	+	+	+	+	..	..
Chodatella quadriseta	..	..	..	..	..	+	+	..	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..
Tetraedron muticum	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
T. Schmidlei	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	r.	..	..
T. caudatum	..	..	..	+	+	+	+	+	+	..	..	..	..	..	+	+	..	..
Scenedesmus quadricauda	+	+	..	+	+	..	+	+	+	+	..	+	+	+	+	+	+	..
S. acuminatus	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
S. acutus	+	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	+	+	+	+	+	..
Actinastrum Hantzschii	..	r	..	..	..	r	r	abt	abt	..	..	..	abt	r	abt	+	+	..
Crucigenia rectangularis	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	+	..	+	..	+	..
C. Tetrapedia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Tetrastrum staurogeniœforme	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Kirchneriella lunaris	..	..	..	..	..	..	+	+	+	..	..	..	..	..	..	+	+	..
Selenastrum gracile	..	+	..	..	+	..	+	+	..	..	..	..	+	+	..	+	+	..
Dictyosphœrium Ehrenbergianum	..	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	+	+	..
Ankistrodesmus falcatus duplex	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..
A. f. spirilliformis	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	+	+	..
A. longissimus	..	..	..	..	+	..	+	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Cœlastrum microporum	..	..	..	..	..	+	+	+	+	..	..	..	..	..	..	+	..	+

certains lacs-étangs étudiés par Virieux comportent presque tous les éléments cités ici [235 bis]. Dans les grands fleuves d'Europe et d'Amérique du Nord [107-108, 151], dans certains lacs (lacs à Diatomées) du Danemark [239], on peut reconnaître le même groupement.

Pour l'autécologie des différentes espèces de cette association, il suffira de noter ici qu'elles présentent presque tous les caractères organiques ou épharmoniques bien connus et ordinairement interprétés comme étant en rapport avec la vie flottante : cils moteurs des Flagellés et des Volvocacées, forme bacillaire des colonies ou des individus (*Synedra* sp. *Nitzschia* sp. *Ankistrodesmus longissimus*, *Closterium pronum*), ovale ou discoïde (*Cyclotella* sp. *Stephanodiscus Hantzschii*, *Cocconeis* sp.), tabulaire (*Crucigenia* sp., *Pediastrum*, *Merismopedium*), rayonnante (*Actinastrum*, *Asteriomella*), spiralée (*Fragilaria crotonensis*, *Anabæna spiroides*, *Ankistrodesmus falcatus spirilliformis*), présence de soies (*Richteriella*, *Chodatella*, *Attheya*).

2. — Plancton à Desmidiées.

Ce groupement n'existe que dans les mares siliceuses établies pour la plupart dans les carrières abandonnées des plateaux meuliers.

On ne pourra parler de plancton que lorsqu'il existe une « région » pélagique en miniature, c'est-à-dire dans les mares d'installation récente et dans celles, plus ou moins âgées, qui présentent, au moins en hiver et au printemps, une partie centrale aquatique ou une ceinture d'eau (dans le cas des mares à îlot de Sphaignes) dépourvues de végétaux supérieurs.

Les pêches, faites dans les mares presque entièrement envahies par les hélophytes et les hydrophytes, renferment, comme on doit s'y attendre, un grand nombre d'espèces littorales ou benthiques : il est alors difficile de distinguer, dans ces petites masses d'eau, les éléments vraiment planctoniques des éléments adventices.

En comparant de nombreuses pêches faites, d'une part dans la « région » pélagique et, d'autre part au milieu des herbes aquatiques marginales, soit dans une même mare, soit dans des mares à différents stades d'évolution, on peut constater que nombre d'espèces sont plus fréquentes dans la « région » pélagique et que certaines y sont même localisées.

Leur ensemble peut être considéré comme une association autonome, à laquelle je donnerai le nom, sans doute provisoire, d'association à *Staurastrum cuspidatum* et *Arthrodesmus Incus*, d'après deux Desmidiées présentes dans presque tous les relevés et exclusives.

La liste suivante montre la composition générale de ce type de plancton d'après une quarantaine de prises provenant surtout des mares des bois de Galluis et de Guerry (Communes de Lainville et de Fremainville).

MYXOPHYCEES

Polycystis Flos-Aquæ
Merismopedium glaucum
M. elegans
Chroococcus cf. *limneticus*
Gomphosphœria aponina
Cœlosphœrium Kützingianum
Anabæna sp. pl.
Aphanizomenon Flos-Aquæ
**Cylindrospermum stagnale* (1)

FLAGELLÉS

Rhipidodendron splendidum
Mallomonas cf. *producta*
Synura Uvella
Dinobryon Sertularia
**D. sociale*
**Euglena acutissima*
E. Acus
E. cf. *gracilis*
**Phacus longicauda*
**Ph. orbicularis*
**Ph. Pleuronectes*
**Ph. suecica*
**Ph. Pyrum*
**Trachelomonas volvocina*
T. cf. *rugulosa*
Hemidinium nasutum
**Gymnodinium fuscum*
Glenodinium uliginosum
**G. cinctum*
G. Pulvisculus
Peridinium tabulatum
**P. umbonatum*
**P. marchicum*
P. cinctum,
**Ceratium cornutum*

DIATOMÉES

**Tabellaria fenestrata*
Eunotia Arcus

CONJUGUÉES

**Gonatozygon monotœnium*
G. Brebissonii
Closterium gracile
C. Dianæ
C. Cynthia
C. juncidum
Euastrum pinnatum
E. binale
Cosmarium Regnesi
C. tinctum
Xanthidium antilopæum
**X. aculeatum*
**Arthrodesmus Incus*
A. convergens
**A. octocornis*
**A. bifidus*
**A. triangularis*
**Staurastrum dejectum*
**S. cuspidatum*
**S. brachiatum*
**S. anatinum*
**S. paradoxum*
**S. cyrtocerum*
**S. tetracerum*
**S. proboscideum*
S. margaritiferum
**S. Avicula*
Gymnozyga moniliformis

CHLOROPHYCÉES

Chlamydomonas sp. pl.
**Gonium pectorale*

(1) Les espèces observées uniquement dans le plancton sont marquées d'un astérisque.

Stephanosphæra pluvialis
Pandorina Morum
Volvox globator
**Eudorina elegans*
Pediastrum simplex
P. Boryanum
P. duplex
P. Tetras
**Oocystis solitoria*
O. Nægelii
Nephrocytium closterioides
N. Aghardhianum
**Tetraedron curvatum*
T. regulare
T. crassispinum
**T. spinulosum*
**T. enorme*
Scenedesmus Hystrix
S. quadricauda
S. bijugatus
Crucigenia rectangularis
**Kirchneriella lunaris*
**K. gracillima*
Selenastrum minutum
S. gracile
**Dictyosphœrium Ehrenbergianum*
**D. reniforme*
**Dimorphococcus lunatus*
Ankistrodesmus falcatus
A. spiralis
**Cœlastrum cambricum*
**C. proboscideum*

Cette association diffère essentiellement de l'association à *Fragilaria crotonensis* et *Asterionella gracillima* par l'abondance des Desmidiées et la paucité des Diatomées ; si les Chlorophycées sont également bien représentées dans les deux groupements, les Flagellés semblent plus abondants ici, surtout les Péridiniens.

Ce plancton à Desmidiées est caractéristique des eaux pures sur terrain siliceux ou sur tourbe, mais il ne semble pas qu'il soit plus riche, pas plus du reste que la flore desmidiale en général, lorsqu'il s'agit de terrains anciens, primitifs ou primaires, comme G. S. West le constate pour la Grande-Bretagne [243]. Si l'on compare à cet égard deux régions géologiquement très différentes comme les Vosges et le Bassin tertiaire parisien, on remarque que leur flore desmidiale est également variée.

Les éléments caractéristiques de ce groupement comprennent avec la plupart des Desmidiées ci-dessus nommées, *Xanthidium* et *Staurastrum* en particulier, des Flagellés (*Rhipidodendron splendidum*, *Phacus suecica*, *Glenodinium uliginosum*, *Peridinium umbonatum*, *P. marchicum*), des Chlorophycées (*Dimorphococcus lunatus*, *Cœlastrum cambricum*), toutes Algues habitant uniquement les eaux très pures.

C'est à la fin de l'été que ce plancton atteint son maximum ; au printemps, les grandes Volvocacées cénobiales sont souvent dominantes, mais leur périodicité est assez irrégulière et elles peuvent également apparaître en masse durant l'été et l'automne. Comme dans le plancton à Diatomées, les Protococcales sont surtout abondantes pendant les grandes chaleurs ; les Desmidiées atteignent

leur maximum dans les mêmes conditions qui correspondent toujours, d'ailleurs, à un abaissement du niveau aquatique et par suite, à une concentration plus élevée des sels solubles. Certains éléments se montrent toute l'année tels *Tabellaria fenestrata*, *Staurastrum cuspidatum*. Certains Péridiniens deviennent souvent dominants au printemps et à l'automne, surtout dans les mares récentes où une espèce forme parfois à elle seule toute la population algologique.

L'extension géographique des associations planctoniques où dominent les Desmidiées est considérable puisque G. S. West a pu en étudier de régions aussi distantes les unes des autres que l'Ecosse, l'Australie et l'Afrique Centrale.

A s'en tenir aux types décrits en Europe, c'est surtout dans l'Europe nord-occidentale que l'on peut retrouver des groupements rappelant celui-ci. Certains « lochs » écossais et « loughs » irlandais possèdent un riche plancton à Desmidiées où ces Algues représentent les trois quarts des espèces.

Dans le Bassin de Paris, le plancton des mares grèseuses de Fontainebleau présente les plus grandes analogies avec le nôtre (1).

Quant au plancton mixte si répandu également dans l'Europe nord-occidentale (*mixed-plancton* de G. S. West) et dans lequel Diatomées et Desmidiées sont également abondantes, je ne l'ai pas encore observé dans le Bassin de Paris.

Les diverses adaptations à la vie flottante se rencontrent dans le plancton à Desmidiées identiques aux adaptations signalées plus haut à propos du plancton à Diatomées.

2. — ASSOCIATIONS D'ALGUES ET DE MUSCINÉES D'EAUX COURANTES

L'aération des eaux étant le facteur principal qui règle l'installation et le maintien de ces groupements, on les rencontrera dans les stations aquatiques naturelles ou artificielles où l'eau est soumise à un mouvement rapide et continuellement renouvelée : pierres des ruisselets, piles des ponts, vannes de moulins, barrages, talus suintants.

(1) D'après des renseignements fournis par M. Marcel Denis.

On peut distinguer les associations suivantes : -

1. — Association à *Rhacomitrium aciculare* et *Scapania undulata*, rare et localisée dans la partie intermittente des ruisselets des hautes buttes, sur les blocs de meulière ou de grès

2. — Association à *Fissidens crassipes* et *Cinclidotus riparius*, bien développée dans la plupart des cours d'eau de ce territoire.

3. — Association à Rhodophycées et *Cladophora glomerata*, souvent juxtaposée à la précédente.

4. — Association à Myxophycées et Muscinées incrustantes réalisée sur les talus ruisselants à eau chargée de calcaire.

Les deux premières sont bien définies et suffisamment connues au point de vue sociologique; les deux autres sont délimitées ici de manière provisoire faute de relevés et de documents comparatifs assez nombreux.

1. — Association à *Rhacomitrium aciculare* et *Scapania undulata*.

Les eaux courantes à faible minéralisation sont rares dans notre territoire et localisées sur les pentes des hautes buttes où elles se manifestent par des suintements ou des ruisselets

Les suintements sont occupés par des bruyères et des bois tourbeux à Sphaignes et c'est uniquement sur les pierres siliceuses des ruisselets — meulières et grès — que les espèces de cette association peuvent trouver une station favorable. Quant aux Muscinées qui peuplent les berges de ces ruisselets, telles *Pterygophyllum lucens*, *Pellia epiphylla*, elles ne font pas partie du même groupement.

Ces ruisselets sont à sec pendant une grande partie de l'année ; à l'automne et au printemps, ils sont intermittents, leur débit étant directement lié aux précipitations atmosphériques. Les Muscinées qui s'établissent sur les pierres mouillées de ces ruisselets sont, par conséquent, soumises à de fréquentes alternatives d'émersion et de submersion ; c'est là une condition écologique qui favorise particulièrement la multiplication sexuée.

Dans son ensemble (Tabl. IV), ce groupement apparaît comme un représentant appauvri d'une association répandue et bien développée dans les régions siliceuses de l'Europe occidentale.

Tableau IV

ASSOCIATION A *RHACOMITRIUM ACICULARE* ET *SCAPANIA UNDULATA*

	1	2	3	4	5
EXCLUSIVES					
Scapania undulata	+	+	.	.	.
Rhacomitrium aciculare	+	.	.	.	.
Brachythecium plumosum	+	.	.	+	.
ELECTIVES					
Grimmia rivularis	+	+	.	+	.
Hygroamblystegium irriguum	+	+	.	.	+
PRÉFÉRANTES					
Brachythecium populeum	+	+	+	.	+
ACCESSOIRES					
Chiloscyphus polyanthus rivularis	.	+	.	.	+
Cinclidotus fontinaloides	.	.	+	.	.
Fontinalis antipyretica	+	.	.	.	.
Thamnium alopecurum	+	.	+	+	.
Hygroamblystegium filicinum	+	+	+	.	+
Hygrohypnum palustre	.	+	+	.	.
Brachythecium rutabulum	+	.	+	+	.
Oxyrhynchium rusciforme	+	+	.	.	+

1. **Bois de Vaux, sur grès et meulières.**
2. **Bois de la Bucaille, C^ne^ d'Aincourt, sur grès.**
3. **Bois de la Chartre, C^ne^ de Brueil-en-Vexin, sur grès.**
4. **Bois du Bout-du-Bois, C^ne^ de Montagny, sur meulières et grès.**
5. **Bois des Buttes-de-Rosne, C^ne^ de Chavençon, sur grès.**

Voici, à titre de comparaison, quelques relevés qui montreront la composition du groupement dans l'Europe occidentale.

1. — Dans la Sèvre Nantaise (Vendée) sur blocs de granit submergés ou lavés par les eaux (relevé d'ensemble d'après F. Camus et Charrier [54 bis]) : *Madotheca Porella, Fissidens Julianus, Barbula cylindrica, Cinclidotus fontinaloides, Grimmia trichophylla, G. commutata, G. rivularis, Rhacomitrium aciculare, Orthothricum rivulare, Fontinalis antipyretica, F. squamosa, F. Camusi, F. Duriæi* (RR), *Cryphæa Lamyana, Thamnium alopecurum, Amblystegium riparium, Hygroamblystegium fluvialile, Brachythecium plumosum, B. populeum, Scorpiurium rivale, Scleropodium cespitosum, Cirriphyllum crassinervium, Oxyrhynchium rusciforme.*
2. — Sur schistes, dans un ruisselet, à Bergen (Norvège), alt. 250 m. environ : *Alicularia compressa, Hsplozia sphœrocarpa, Scapania undulata, Rhacomi-*

trium aciculare, Rh. protensum, Hygrohpynum dilatatum, H. palustre, Hyocomium flagellare, Brachythecium plumosum.

3. — Sur grès vosgiens, dans la Savoureuse, près Giromagny (Vosges), alt. 800 m.: *Scapania undulata, Rhacomitrium aciculare, Rh. protensum, Fontinalis squamosa, Thamnium alopecurum, Hygrohypnum eugyrium, Brachythecium plumosum, Oxyrhynchium rusciforme.*

4. — Sur blocs de granite submergés, dans la Seuge, à Grèses (Haute-Loire), alt. 1150 m.: *Alicularia compressa, Rhacomitrium aciculare, Fontinalis squamosa, F. antipyretica, Thamnium alopecurum, Hygroamblystegium irriguum, Hygrohypnum dilatatum, Hyocomium flagellare, Brachythecium plumosum, Oxyrhynchium rusciforme.*

5. — Sur quartzites permiens, dans un ruisselet, aux châlets d'Entre deux-Eaux près Termignon (Savoie), alt. 2200 m. : *Scapania uliginosa, Haplozia cordifolia, Rhacomitrium aciculare, Grimma mollis, G. rivularis, Hygrohypnum molle.*

La liste 1 représente le type atlantique ou, pour employer le langage de J. Braun-Blanquet [27], la *race* atlantique de l'association caractérisée essentiellement par *Madotheca Porella, Cryphæa Lamyana, Scorpiurium rivale* et secondairement par *Fissidens Julianus, Hygroamblystegium fluviatile, Hyocomium flagellare*, ce dernier pouvant s'élever jusqu'à 1 000 m.

Les relevés 2, 3, 4 représentent un type de basse-montagne, le relevé 5 enfin, un type arctique-alpin bien différencié par la présence de *Scapania uliginosa, Grimmia mollis* et *Hygrohypnum molle.*

Ce groupement est rare dans le Bassin de Paris ; de Lamarlière [157 ter] a signalé dans les ruisselets intermittents de la Montagne de Reims, sur les meulières, une association muscinale intermédiaire entre celle-ci et la suivante.

2. — Association à *Fissidens crassipes* et *Cinclidotus riparius.*

A l'inverse du précédent, ce groupement est lié de façon étroite aux eaux à minéralisation élevée ; c'est ce qui explique sa fréquence et son beau développement dans les cours d'eau de ce territoire qui possèdent tous un degré hydrotimétrique élevé.

L'association se présente avec des variations qualitatives notables suivant qu'on la considère dans les grandes vallées ou dans les cours d'eau secondaires (Tabl. V) ; *Fissidens Julianus* est localisé dans la vallée de la Seine tandis que *Brachythecium rivulare, Chiloscyphus polyanthus rivularis, Pellia Fabroniana, Cratoneuron commutatum* ne s'écartent qu'exceptionnellement des petites rivières à eau plus froide et moins contaminée.

Dans les sources, l'association s'appauvrit beaucoup : c'est là que l'*Hygroamblystegium fallax* atteint son plus beau développement. Enfin, dans les ruisselets intermittents des rues négligées et pentueuses de certains villages, l'association est réduite à deux ou trois espèces : *Hygrohypnum palustre* est fréquent dans cette station souvent associé à *Barbula cylindrica*, à des formes hygrophiles de *Rhynchostegium murale* et de l'ubiquiste *Brachythecium rutabulum* et parfois à *Cirriphyllum crassinervium*.

Parmi les éléments caractéristiques de l'association, on remarque des espèces plus répandues dans les plaines de l'Europe méditerranéenne comme : *Fissidens crassipes*, *Cinclidotus fontinaloides* et des espèces telles que *Cinclidotus riparius*, *Brachythecium rivulare*, *Hygrohypnum palustre* plus fréquentes en montagne ; à cet égard, l'association apparaît ici comme un type intermédiaire entre un groupement méridional caractérisé par *Fissidens crassipes*, *Fontinalis Duriæi* et un groupement montagnard qui comporte, en dehors des trois espèces citées plus haut, des calcicoles rares ou nulles en plaine comme : *Haplozia riparia* (1), *Lophozia Hornschuchiana*, *Cinclidotus aquaticus*, *Fissidens grandifrons*, *Cratoneuron irrigatum*.

Voici, à titre d'exemple, deux relevés qui se rapportent à ce dernier type :

1. — Sur rochers inondés (calc. portlandien) au Saut-du-Doubs (Doubs), alt. 750m : *Chiloscyphus polyanthus rivularis*, *Haplozia riparia potamophila*, *Cinclidotus aquaticus*, *C. riparius*, *Brachythecium rivulare*, *Oxyrhynchium rusciforme*.
2. — Sur pierres inondées (calcschistes), dans un ruisselet torrentueux, forêt d'Arc, près Lanslebourg (Savoie), alt. 1480 m. : *Lophozia Hornschuchiana*, *Haplozia riparia*, *Hygroamblystegium filicinum*, *Hygrohypnum palustre*, *Cratoneuron commutatum*, *C. irrigatum*, *Oxyrhynchium rusciforme*.

Il faut encore signaler ici un petit groupement intermédiaire entre l'association à *Fissidens* et les associations de Muscinées corticoles ; ce groupement s'installe sur les troncs et les racines déchaussées des arbres riverains (Saules en particulier) inondés l'hiver : *Amblystegium riparium*, *Cinclidotus riparius* y sont répandus associés à *Tortula latifolia*, *Leskea polycarpa paludosa*, *Dialytrichia mucronata*.

Le *Tortula latifolia* est l'élément essentiel de ce groupement : il forme, sur l'écorce crevassée des Saules, des touffes d'un gris noi-

(1) Dans les localités du Bassin de Paris où j'ai observé cette Hépatique [Duclair (S. I.) ; la Roche-Guyon (S.-et-O.)], elle végète sur des petits blocs de craie, dans les cavées fraîches et appartient à un groupement saxicole aérien.

râtre encombrées de fines particules sableuses ou limoneuses déposées par les eaux de crue. Corticole à peu près exclusive, cette mousse est très répandue dans les grandes vallées d'où elle se répand le long des cours d'eau secondaires, elle s'écarte, d'ailleurs, rarement du voisinage de l'eau (sur ceps de vignes à Cheverchemont, sur Noyer à Chérence !)

3. — Association à Rhodophycées et *Cladophora glomerata*.

Un grand nombre d'Algues végètent dans les stations où s'établit l'association à *Fissidens crassipes* ; elles y forment un groupement dont la valeur synécologique est difficile à préciser faute de données comparatives suffisantes, mais dont l'autonomie paraît cependant réelle, et qui se caractérise essentiellement par la présence exclusive de plusieurs Rhodophycées et l'abondance des Diatomées en chaînes et à pédicelle.

L'examen d'un certain nombre de récoltes faites dans les principaux cours d'eau de ce territoire, m'ont permis d'établir une assez longue liste dont je citerai seulement les espèces essentielles :

Diatomées. *Tabellaria flocculosa, Denticula crassula. D. tenuis, Meridion circulare, Diatoma vulgare, D. elongatum, Synedra Vaucheriæ, S. radians. Achnanthes lanceolata, Gomphonema constrictum, G. angustatum, G. olivaceum, G. intricatum, Cymbella lanceolata, Encyonema cespitosum.*

Chlorophycées. *Tetraspora gelatinosa, Ulothrix* cf. *tenuissima, U. zonata, U. æqualis, Hormidium rivulare, Stigeoclonium* sp. pl., *Draparnaldia glomerata, Chlorotylium cataractarum, Microspora amœna, Cladophora, glomerata, C. fracta.*

Rhodophycées. *Bangia atro-purpurea, Chantransia chalybea, Batrachospermum moniliforme, Thorea ramosissima, Lemanea fluviatilis, L. torulosa.*

Parmi ces Algues, les unes sont localisées dans les grands cours d'eau, telle *Thorea ramosissima* que j'ai seulement observée dans l'Oise et la Seine ; d'autres n'existent ou ne sont abondantes que dans les eaux plus limpides des rivières secondaires, ainsi *Meridion circulare, Tetraspora gelatinosa, Draparnaldia glomerata, Chlorotylium cataractarum ; Batrachospermum moniliforme* est plus fréquent

Tableau V

ASSOCIATION A *FISSIDENS CRASSIPES* ET *CINCLIDOTUS RIPARIUS*

ESPÈCES	Oise a Pontoise	Seine a Mézy	Seine a la Roche-Guyon	Epte a Fourges	Epte a Gisors	Rû de chaussy	Troesne a Tourly	Aubette de Magny a Nucourt	Montcieut a Sailly	Aubette de Meulan a Guiry	Viosne a Us	Sausseron a Labbeville	Sources de Chantemelle	Sources de la Villetertre	Ruisselet sous bois a Omerville
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EXCLUSIVES															
Fissidens crassipes (1)	+	+	+	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.
Cinclidotus riparius	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.
Brgroamblystegium fallax	.	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Hyachytecium rivulare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ELECTIVES															
Chiloscyphus polyanthus rivularis	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	+	+
Fissidens Julianus	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cinclidotus fontinaloides	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.
Amblystegium varium	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegiella curviseta	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
PRÉFÉRANTES															
Fegatella conica	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.
Pellia Fabroniana	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.
Fontinalis antipyretica	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.
Amblystegium riparium	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
Hygrohypnum palustre	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.
Oxyrhynchium rusciforme	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.
ACCESSOIRES															
Aneura pinguis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Eucladium verticillatum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.
Thamnium alopecurum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Hygroamblystegium filicinum	+	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Cratoneuron commutatum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
Brachythecium populeum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

(1) Dans les tableaux analytiques, les espèces constantes sont indiquées en caractères gras.

dans les sources froides de l'argile plastique tandis que *Bangia atropurpurea* et les *Lemanea* s'installent uniquement au voisinage des moulins, là où l'aération des eaux est le mieux assurée.

4. - Association à Myxophycées et Muscinées incrustantes.

Les eaux qui sourdent au niveau de l'argile plastique contiennent en dissolution une forte proportion de bicarbonate de chaux qui se dissocie au contact des cellules vivantes des végétaux, sous l'action de l'assimilation chlorophyllienne ; le gaz carbonique est décomposé et le carbonate neutre se dépose sur les tiges, les feuilles et les thalles des Muscinées qui végètent sur ces talus ruisselants (1).

Les Muscinées caractéristiques du groupement localisé dans cette station sont *Didymodon tophaceus* C, *D. spadiceus* RR (Ableiges), *Philonotis calcarea* R, *Cratoneuron commutatum* C. Comme espèces moins spécialisées, il faut citer *Fegatella conica* PC, *Pellia Fabroniana* PC, *Fissidens adiantoides* C, *Eucladium verticillatum* PC, *Hygroamblystegium filicinum* C, *Acrocladium cuspidatum* CC, *Ctenidium molluscum* C.

Cette association se rattache étroitement à l'association à *Fissidens crassipes* telle qu'on l'observe dans les sources et les ruisselets ombragés (Tabl. V, relevés 13, 14, 15), d'une part, et, d'autre part, aux associations saxicoles de rochers calcaires frais.

Parmi les Algues qui participent à ce groupement, les plus caractéristiques sont les Myxophycées appartenant aux genres *Schizothrix (S. pulvinata)*, *Calothrix (C. parietina)* et *Tolypothrix* et des Chlorophycées du genre *Gongrosira (G. Sclerococcus)* ; de nombreuses Diatomées d'eaux courantes ou stagnantes limpides se retrouvent ici avec quelques Conjuguées *(Cosmarium læve, C. Botrytis)*.

Sur ces talus, l'association joue un rôle dynamique important dans l'établissement des petites tourbières de sources si typiques de ce niveau et elle représente ici le premier terme d'une série qui mène à l'association à *Schœnus nigricans* et *Juncus obtusiflorus*.

Cette succession, déjà signalée par Langeron [158] dans les marécages calcaires de pentes de la Côte d'Or, s'observe également sur les faces déclives des rochers calcaires ruisselants [67] ; sur les

(1) Pour ce qui regarde les Myxophycées, la fixation de calcaire est due à des phénomènes plus complexes et encore imparfaitement connus.

faces verticales, l'association tend à se stabiliser et n'évolue que très lentement.

Ce groupement est surtout bien développé dans les montagnes calcaires où il s'enrichit d'éléments comme *Pedinophyllum interruptum*, *Didymodon giganteus*, *Gymnostomum curvirostrum*, *Barbula paludosa* nuls en plaine ou localisés dans d'autres groupements aux basses altitudes, tel *Preissia commutata* qui, dans le Bassin de Paris, végète dans la tourbière calcaire parmi les mousses de l'association à *Schœnus nigricans* et *Juncus obtusiflorus*.

3. — ASSOCIATIONS SUBMERGÉES ET FLOTTANTES

1. — Association à *Ranunculus fluitans*.

Ce groupement, exclusif des eaux courantes, est le mieux développé dans les petites rivières à eaux vives ; dans la Seine et l'Oise, il se juxtapose, le plus souvent, par sa marge externe (1), à des associations d'eaux à courant affaibli et son individualité est moins nettement marquée.

Les éléments caractéristiques, peu nombreux d'ailleurs, sont, avec *Ranunculus fluitans*, *Potamogeton fluitans* et *Callitriche stagnalis*, des variétés écologiques d'espèces généralement stationnées en eaux mortes ou à courant faible, telles *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium simplex*, *Epilobium hirsutum*, *Œnanthe Phellandrium*, *Helosciadium nodiflorum*, qui, dans ces conditions, restent stériles.

L'association est complétée par un certain nombre d'hydrophytes que l'on retrouve dans d'autres groupements submergés, *Zannichellia dentata*, *Helodea canadensis*, *Nuphar luteum* et plusieurs Potamots, *Potamogeton lucens P. pectinatus*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *P. densus*, ces deux derniers localement très abondants.

Parmi les dominantes remarquables par leur rôle physionomique, il faut citer *Ranunculus fluitans* dont l'abondante floraison détermine un aspect vernal bien caractérisé, *Helosciadium nodiflorum* et *Callitriche stagnalis* dont le mouvant feuillage vert clair dissimule le fond de certains rûs.

Nuphar luteum et *Potamogeton fluitans* mis à part, toutes les espèces de l'association ont leur appareil végétatif entièrement

(1) C'est-à-dire vers les rives.

submergé ; grâce à la constance thermique relative du milieu en hiver, beaucoup d'entre elles hivernent avec des organes verts et la continuité de l'assimilation est ainsi assurée.

Au point de vue biologique, c'est donc une association de Cryptophytes-Hydrophytes submergées à assimilation continue.

Ce groupement paraît avoir une extension géographique considérable et se retrouve avec la plupart de ses éléments dans une grande partie de l'hémisphère boréal.

2. Association à *Limnanthemum peltatum* et *Potamogeton pectinatus*.

C'est, par excellence, l'association florale des eaux stagnantes à minéralisation élevée et à floculation abondante.

Cette association présente son développement maximum, comme variété et comme densité de végétation, dans les bras morts de la Seine, en particulier dans ceux qui ne communiquent avec le fleuve que par un étroit chenal ou qui en sont totalement isolés et possèdent alors le caractère de véritables étangs.

Dans les bras actifs du fleuve, l'association n'occupe qu'une bande étroite, çà et là élargie le long des rives convexes et s'interférant localement avec la Scirpaie (Pl. 1).

La liste suivante qui donne la composition du groupement dans la vallée de la Seine, correspond à un type bien représentatif de l'association telle qu'on la retrouve dans tout le Bassin de Paris.

		EXCLUSIVES	
Naias major	R	***Lemna polyrhiza***	(1) CC, ldt
N. minor	RR	***Myriophyllum spicatum***	PC
Vallisneria spiralis	PC	***Limnanthemum peltatum***	C, ldt.
		ELECTIVES	
Potamogeton lucens	C	***Nuphar luteum***	CC
P. perfoliatus	C	*Ranunculus divaricatus*	PB
P. pectinatus	CC, ldt.	**Myriophyllum verticillatum* (2)	R
P. crispus	C	**Hippuris vulgaris*	RR
Lemna trisulca	PC		
Hydrocharis Morsus-Ranæ	C, ldt.		

(1) Dans les listes générales d'associations, les espèces constantes ne sont pas spécialement signalées ; toutes les espèces C et CC sont constantes.

(2 Les espèces marquées d'un astérisque sont localisées dans les bras morts.

PRÉFÉRANTES

**Riccia fluitans*	R, ldt.	*Lemna gibba*	R
**Potamogeton pusillus*	R	**Nymphæa alba*	R
P. densus	PC	*Ceratophyllum demersnm*	C
Zannichellia dentata	PC	*Ranunculus trichophyllus*	R
Sagittaria sagittifolia	CC		

ACCESSOIRES

Fontinalis antipyretica	R	*Polygonum amphibium natans*	PC
Drepanocladus aduncus	PC	*Ranunculus aquatilis*	R
Amblystegium riparium	PC	*Callitriche vernalis*	PC
Potamogeton natans	C	*Utricularia vulgaris*	RR
Lemna minor	C, ldt.		
Helodea canadensis	PC		

En dehors des grandes vallées, l'association est rarement représentée par des individus bien développés. Voici quelques exemples :

1. Grand fossé entre Bray-Lû et Amenucourt : *Chara fœtida, Ch. hispida, Amblystegium riparium, Potamogeton densus, P. natans, P. pusillus, P. perfoliatus, Hydrocharis Morsus-Ranæ, Helodea canadensis, Lemna minor, L. trisulca, Ceratophyllum demersum, Ranunculus aquatilis, R. divaricatus, Myriophyllum verticillatum.*

2. Etangs de la Villetertre : *Chara hispida, Fontinalis antipyretica, Potamogeton perfoliatus, P. densus, P. natans, Helodea canadensis, Hydrocharis Morsus-Ranæ, Lemna minor, L. trisulca, Ranunculus divaricatus, Nuphar luteum, Nymphæa alba, Myriophyllum spicatum, M. verticillatum.*

3. Poches d'effondrement du bois de Vaux : *Chara fœtida, Amblystegium riparium, Potamogeton pusillus, P. natans, Lemna minor, Polygonum amphibium natans.*

4. Anciennes ballastières de Gisors : *Chara fœtida, Ch. hispida, Potamogeton natans, P. pusillus, P. lucens, P. perfoliatus, Helodea canadensis, Lemna trisulca, Nuphar luteum, Ceratophyllum demersum, Callitriche vernalis, Myriophyllum spicatum.*

La dominance locale souvent absolue de plusieurs espèces détermine des faciés bien marqués ; dans certains bras morts de Freneuse et de Mousseaux, *Hydrocharis Morsus-Ranæ* couvre à lui seul de grandes surfaces, grâce à son abondante multiplication végétative, de même *Lemna polyrhiza* et *L. minor* qui bourgeonnent très activement pendant les périodes de grandes chaleurs. Dans les

bras actifs, le long des rives convexes en particulier, *Limnanthemum peltatum* forme également des colonies étendues.

C'est en été que l'association acquiert son développement végétatif et floral maximum ; la floraison successive d'*Hydrocharis* et de *Limnanthemum* marque, de juin à septembre, un aspect estival bien différencié. En hiver, les feuilles assimilatrices sont détruites et la grande majorité des espèces passe la mauvaise saison à l'état de vie ralentie.

Les caractères écologiques de toutes ces plantes sont trop bien connus pour qu'il soit nécessaire de les indiquer ici ; de même, la synécologie du groupement a été étudiée de façon étendue par Schröter et Kirchner [217 bis], Magnin [168], Gadeceau [112] et, plus récemment, par W. H. Pearsall [190].

Tous ces auteurs distinguent plusieurs associations là où je n'en distingue qu'une : à ne considérer que les caractères écologiques des différents constituants, on est amené, sans doute, à séparer les espèces à feuilles toutes submergées (type *Naias* ou *Potamogeton pectinatus*) des hydrophytes à feuilles nageantes (type *Nuphar*) et du macroplancton (*Lemna*, *Hydrocharis*), mais leur juxtaposition quasi constante permet de les grouper ici en un ensemble sociologique bien délimité.

Le spectre biologique est très homogène puisqu'il comprend uniquement des Cryptophytes-Hydrophytes, toutes vivaces, à l'exception de *Naias*, et, peut-être, de *Potamogeton densus*. (1)

Tous ces relevés, ainsi que la liste générale, correspondent à des individus d'association développés en eau de moyenne profondeur (de 1 m. et 3 m.) ; dans les stations aquatiques qui se dessèchent complètement en été, le groupement s'appauvrit beaucoup, et se modifie par l'adjonction de quelques espèces qui manquent à l'association type, telles *Riccia natans* R, *Wolffia arrhiza* RR, *Ceratophyllum submersum* R. Les autres éléments sont *Riccia fluitans*, *Lemna minor*, *L. gibba*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculus trichophyllus*, *R. aquatilis*.

La plupart de ces plantes peuvent végéter sur la boue humide :

(1) Les Characées et les Muscinées ne sont pas comprises dans les spectres biologiques.

c'est dans ces conditions, en outre, que les *Lemna* fleurissent, *Lemn minor* en particulier.

Dans ces mares de faible profondeur, l'association prend souvent un caractère mixte par suite de la présence de Thérophytes à germination tardive comme *Limosella aquatica*, *Juncus bufonius*, *Bidens tripartitus*, et d'espèces amphibies telles *Alisma Plantago*, *Glyceria fluitans* dont le type biologique oscille entre Cryptophyte et Hémicryptophyte suivant les conditions écologiques locales.

Il faut encore signaler dans ces mares l'existence d'une riche flore algologique où dominent les Flagellés (saproplancton).

Comme la grande majorité des groupements aquatiques, l'association à *Limnanthemum* a une extension géographique considérable : le milieu aquatique tend, en effet, à uniformiser l'action des différents climats.

Il suffira, pour constater la grande uniformité de l'association, de comparer, par exemple, à la liste ci-dessus, les listes d'hydrophytes données par Marietta Pallis [186] pour deux régions distantes comme le delta du Danube et les « broads » du Norfolk Angleterre).

* * *

Dans les eaux stagnantes ou à courant faible où s'établissent, en ceintures parallèles, l'association à *Limnanthemum* et l'association à *Scirpus lacustris*, de nombreuses Algues, des Diatomées en majorité, végètent sur les divers substratums submergés : feuilles et tiges des Hydrophytes, partie basilaire des Hélophytes, pieux, pierres etc. ; leur ensemble constitue plusieurs groupements distingués par Schröter et Kirchner 217 bis, sous les noms de *Scenedesmetum*, de *Zygnemetum* et d'*Encyonemetum* (p.p).

Faute d'avoir pu comparer de nombreux relevés, je donnerai seulement ici la liste générale suivante établie d'après des récoltes faites dans la Seine.

Myxophycées. *Merismopedium glaucum*, *M. convolutum*, *Oscillatoria limosa*, *Phormidium uncinatum*, *Nostoc sphæricum*, *N. cuticulare*, *Rivularia Pisum*.

Diatomées. *Melosira varia* CC, *Cyclotella Kützingiana*, *Denticula tenuis*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria virescens*, *F. construens* C.,

F. capucina, Synedra Ulna, S. radians CC, *S. capitata. S. Acus, Eunotia lunaris. Microneis exilis, Achnanthidium lanceolatum Cocconeis Pediculus* CC, *C. Placentula, Diploneis ovalis. Neidium affine. Amphipleura pellucida, Navicula Pupula, N. Bacillum. N. minuscula, N. cryptocephala, N. rhynchocephala* CC, *N. radiosa, N. lanceolata, Gyrosigma attenuatum, G. acuminatum, G. scalproides, Gomphonema constrictum, G. gracile, G. acuminatum. G. abbreviatum* CC, *Rhoicosphenia curvata* C. *Cymbella amphicephala. C. Ehrenbergii, C. cymbiformis, C. cistula, C. lanceolata, Encyonema prostratum* CC, *Amphora ovalis, A. ovalis Pediculus, Tryblionella angustata, Nitzschia communis, N. linearis. Cymatopleura Solea, C. elliptica. Surirella Capronii, S linearis, S. elegans, S. spiralis, Campylodiscus hibernicus.*

Chlorophycées. *Characium ornithocephalum, Ch. Sieboldii, Pediastrum simplex. P. Boryanum. P. duplex. P. angulosum, P. Tetras, Scenedesmus quadricauda, S. bijugatus, Ulothrix* sp. pl., *Stigeoclonium* cf. *flagelliferum, Coleochæte scutata, C. orbicularis, Chætopeltis orbicularis, Microspora* cf. *stagnorum, M. floccosa, Œdogonium* sp. pl., *Bulbochæte* sp., *Tribonema* sp., *Cladophora glomerata.*

Conjuguées. *Spirogyra crassa* et plusieurs autres espèces stériles, *Hyalotheca dissiliens, Closterium Ehrenbergii, C. Leibleinii C. lanceolatum, C, moniliferum, C. acerosum; C. Pritchardianum, Cosmarium Botrytis, C. Turpinii, C. læve.*

3. — Association à *Potamogeton coloratus*.

Dans les eaux fortement minéralisées, mais très limpides, des tourbières à Hypnacées, on observe une association très voisine de la précédente. On pourrait même considérer l'association à *Potamogeton coloratus* comme une variété de l'association à *Limnanthemum*, mais la présence d'éléments exclusifs lui confère une autonomie réelle dans les limites de notre territoire, tout au moins, et, sans doute, dans une grande partie du Bassin de Paris.

If faut, en outre, remarquer, qu'au point de vue dynamique, les deux associations font partie de séries qui évoluent vers des termes très différents.

Ce groupement trouve son optimum écologique dans les fossés et les trous d'eau profonds qui interrompent çà et là les parties émer-

gées des tourbières à Hypnacées ; il est d'ailleurs peu développé et se rencontre sous forme de fragments. Le tableau VI rend compte de la constitution de l'association d'après trois listes d'ensemble synthétisant un certain nombre de relevés analytiques exécutés dans chacune des trois vallées où l'association est représentée.

TABLEAU VI

ASSOCIATION A *POTAMOGETON COLORATUS*

	VALLÉE DU SAUSSERON	VALLÉE DE LA TROESNE	VALLÉE DE LA VIOSNE
Chara hispida	C, ldt	C, ldt	R
Ch. fragilis	+	C	..
Ch. fœtida	+	+	+
Riccia fluitans	..	RR	..
Fontinalis antipyretica gigantea	RR	..	..
Drepanocladus aduncus (1)	R	+	R
D. scorpioides	R	..	..
Calliergon giganteum	R	..	..
Sparganium minimum	R	R	..
Potamogeton coloratus	CC, ldt	+	PC
P. natans	PC, ldt	C	+
P. pusillus	R	R	..
Hydrocharis Morsus-Ranæ	..	PC, ldt	..
Lemna trisulca	+	C	+
L. gibba	+	+	+
L. minor	+	+	+
Polygonum amphibium natans	..	PC	+
Nymphæa alba	..	R	PC
Ranunculus divaricatus	..	R	R
Myriophyllum verticillatum	..	RR	..
Hippuris vulgaris	+	R	R
Utricularia vulgaris	..	PC	..

(1) Et var. *pseudo-fluitans*.

Dans les petits fossés tourbeux de faible profondeur, parfois asséchés l'été, les Characées sont souvent dominantes ; *Nymphæa alba minor* et *Utricularia minor*, apparaissent aussi dans cette station.

Cette dernière espèce est nettement amphibie et végète tout aussi bien en pleine eau que sur la tourbe simplement imbibée : on la retrouve dans la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* et sa pré-

sence dans ce groupement indique qu'elle est peu exigeante en ce qui regarde la minéralisation des eaux.

Quant à *Nymphæa alba minor*, sa présence ici correspond bien aux conditions écologiques que W. H. Pearsall assigne au « *Castalia (Nymphæa) minor* consocies » dans les lacs à bords tourbeux du Lancashire [190].

Les espèces exclusives sont *Potamogeton coloratus* et *Calliergon giganteum* ; *Sparganium minimum*, qui se retrouve dans les eaux très peu minéralisées des mares siliceuses comme élément de l'association à *Scirpus fluitans*, est également caractéristique des deux groupements.

Au point de vue biologique, cette association comprend des espèces appartenant aux divers types distingués par les écologistes et signalés à propos du groupement précédent.

Quant à sa répartition, l'association est mal connue ; le plus souvent, elle n'a pas été distinguée.

Dans le Bassin de Paris, *Potamogeton coloratus* est généralement accompagné des éléments cités plus haut. On peut signaler l'existence du groupement dans les vallées du Loing et de l'Essone, en Champagne crayeuse, [161], dans le pays de Bray ; il se retrouve également dans les tourbières à Hypnacées et dans les lacs à bords tourbeux du Jura.

* * *

La population algologique (planeton exclus) qui végète dans les fossés des tourbières à Hypnacées, fixée aux Hydrophytes et aux parties submergées des Hélophytes, comporte un certain nombre d'éléments rares ou nuls dans les eaux des grands fleuves et des mares siliceuses.

La liste suivante qui représente la population des grands fossés de la tourbière d'Arronville donnera un bon exemple de ce groupement :

Diatomées. — *Meridion circulare, Caloneis silicula, C. latiuscula, Eucocconeis flexella. Diploneis elliptica, Eunotia Arcus, Epithemia Argus, Surirella constricta, S. spiralis.*

Conjuguées. — *Mougeotia virescens, Zygnema cruciatum Spirogyra* sp. pl. ster., *Penium cruciferum, Pleurotænium truncatum, Closterium Leibleinii, C. Ehrenbergii, C. moniliferum, C. pronum, C. idiosporum* c. zyg , *C. setaceum, Cosmarium læve, C. sportella, C. reniforme, C. granatum, C. calcareum, C. impressulum, C. Botrytis, Hyalotheca dissiliens.*

Chlorophycées. — *Tetraspora ulvacea, T. gelatinosa, Characium strictum, Pediastrum integrum, P. simplex, P. angulosum, Hydrodictyon reticulatum. Nephrocytium Aghardhianum, Scenedesmus bijugatus, Ulothrix* cf *variabilis, Chætophora elegans, Ch. incrassata, Microthaminum Kützingianum, Coleochæte pulvinata, Œdogonium* sp, pl. ster., *Ophiocytium cochleare, Bulbochæte* cf. *mirabilis, Cladophora glomerata.*

Rhodophycées. — *Batrachospermum moniliforme.*

Faute d'autres relevés, il est difficile de se prononcer sur la valeur du groupement ; en ce qui concerne les Desmidiées cependant il faut noter que plusieurs des espèces citées ici manquent aux mares siliceuses et aux tourbières à Sphaignes et se localisent dans les eaux à minéralisation élevée où elles constituent un petit groupement calcicole s'opposant aux Desmidiées calcifuges des eaux pures. Parmi les Chlorophycées, *Chætophora incrassata* et *Tetraspora ulvacea* préfèrent également les eaux limpides, mais minéralisées, des tourbières à Hypnacées.

4. — Association à *Scirpus fluitans* et *Potamogeton polygonifolius*.

C'est un groupement bien caractérisé qui se localise dans les mares siliceuses à fond tourbeux des plateaux meuliers où il représente le premier terme complet d'une série aboutissant typiquement à la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* et au taillis de Chêne à sous-bois de Myrtille série que nous étudierons au paragraphe des landes et bruyères.

Eparses au milieu des landes et des bois, ces mares, anciennes fosses d'extraction de la meulière, apparaissent comme de petites unités bien individualisées topographiquement, mais correspondant en réalité à un complexe de stations ; elles présentent, suivant leur âge, des associations distinctes qui se prolongent les unes dans les autres et que l'on peut rencontrer soit isolément dans des mares différentes, soit en juxtaposition dans une même mare (Pl. 16, phot. I et II).

Le plan ci-contre (fig. 19) figure un exemple remarquable de mare assez évoluée où voisinent six groupements différents : la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* établie sur l'îlot de Spinaignes, l'association à *Scirpus fluitans* dans la ceinture d'eau, l'association à *Heleocharis multicaulis* et *Carex rostrata* qui occupe la marge extérieure de cette ceinture, l'association à *Cicendia filiformis* et *Sternodon*

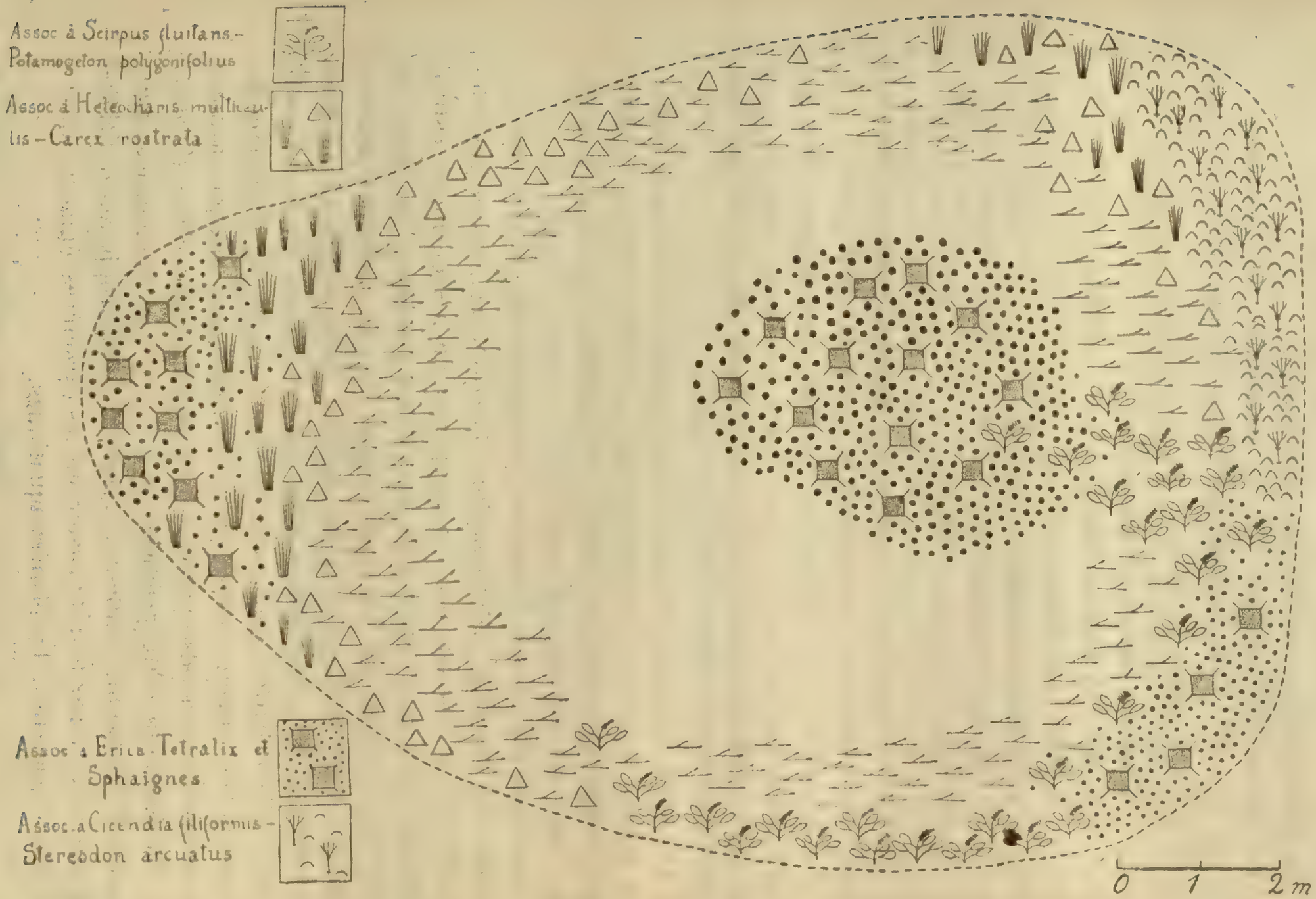


Fig. 19. — Plan schématique d'une mare siliceuse ancienne montrant la disposition des divers groupements. (Plateau meulier du bois de Guerry, Commune de Lainville).

arcuatus sur les grèves asséchées l'été et, enfin, le plancton à Desmidiées et les groupements d'Algues benthiques.

Le tableau VII renseigne sur la constitution de l'association à *Scirpus fluitans* ; les six relevés d'ensemble qu'il synthétise proviennent des localités suivantes :

1. Bois de Guerry et de Galluis.
2. Massif d'Arthies-Maudétour.
3. Bois de la Chartre.
4. Massif de l'Hautie.
5. Molière de Serans.
6. Massif des Alluets-Marly.

Ce dernier relevé, qui se rapporte à un plateau meulier situé en dehors des limites du Vexin, figure ici à titre de comparaison.

L'association à *Scirpus fluitans* est bien invidualisée dans les mares assez profondes (plus d'un mètre) et à bords abrupts; dans les mares plates, à bords faiblement déclives, elle est en mélange avec l'association à *Heleocharis multicaulis*.

Directement alimentées par les précipitations atmosphériques, ces petites mares ont un régime hydrostatique très irrégulier ; leur niveau aquatique est soumis à des variations de grande amplitude au cours d'une même année et d'une année à l'autre.

Sauf les Hydrophytes exclusives, *Utricularia vulgaris*, *U. neglecta*, *Callitriche hamulata*, *Myriophyllum alterniflorum*, les autres éléments de l'association peuvent supporter un assèchement estival prolongé et végéter et fleurir sur la vase tourbeuse qui forme le fond de la plupart de ces cuvettes. On observe ainsi des gazons, purs ou mélangés, de *Scirpus fluitans*, *Helosciadium inundatum*, *Juncus supinus*, représentés alors par des formes terrestres radicantes. *Potamogeton polygonifolius* persiste dans les groupements consécutifs et végète encore parmi les Sphaignes lorsque la mare est entièrement envahie par la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix*.

En dehors de cette plasticité vis à vis des variations écologiques, caractère commun, d'ailleurs, à nombre d'Hydrophytes et d'Hélophytes, il n'y a pas lieu d'insister sur les caractères épharmoniques si souvent signalés, des plantes aquatiques.

C'est en été que l'association atteint son maximum végétatif et floral ; parmi les espèces localement dominantes (*Scirpus fluitans*,

Tableau VII

ASSOCIATION A *SCIRPUS FLUITANS* ET *POTAMOGETON POLYGONIFOLIUS*

	1	2	3	4	5	6
EXCLUSIVES						
Nitella opaca	..	R	..	..	..	..
N. translucens	R	..	RR	RR	R	+
Sphagnum cuspidatum plumosum	R	..	..	..	..	..
Alisma nataus	..	..	..	..	..	+
Potamogeton gramineus	..	..	..	..	..	+
Scirpus fluitans	C	PC	C	C	..	+
Callitriche hamulata	RR	..	..	..	..	..
Helosciadium inundatum	..	..	..	PC	..	+
ÉLECTIVES						
Nitella gracilis	..	..	..	..	..	..
Sphagnum Gravetii submersum	C	C	C	R	PC	+
Juncus supinus fluitans	CC	CC	C	PC	C	+
Potamogeton polygonifolius	C	PC	C	..	..	+
Peplis Portula callitrichoides	C	PC	C	R	C	+
Myriophyllum alterniflorum	..	..	RR	..	RR	+
Utricularia neglecta	R	..	R	..	..	+
Litorella lacustris	..	..	..	PC	..	..
PRÉFÉRANTES						
Drepanocladus fluitans	C	R	R	PC	R	+
Pilularia globulifera natans	..	..	..	PC	..	+
Potamogeton trichoides	..	RR	..	..	RR	..
Sparganium minimum	R	R	RR	..	..	..
Utricularia minor	RR	..	RR	..	..	..
ACCESSOIRES						
Amblystegium riparium	..	..	..	R	..	..
Acroeladium cuspidatum	..	..	..	PC	R	+
Potamogeton natans	PC	R	—	C	R	+
Glyceria plicata	R	..	R	..	..	..
G. fluitans	C	C	C	C	C	+
Agrostis canina	C	PC	C	C	C	—
Lemna minor	..	..	..	..	..	—
Polygonum amphibium natans	RR	..	..	PC	RR	..
Nymphæa alba	..	..	..	RR	..	..
Ranunculus aquatilis	..	..	..	RR	..	+
Utricularia vulgaris	RR	RR	R	..	RR	..

Potamogeton polygonifolius), aucune ne possède d'inflorescence vivement colorée et les aspects saisonniers n'ont pas la variété qu'ils offraient dans l'association à *Limnanthemum*.

En hiver, il faut noter la persistance de feuilles nageantes vertes chez les *Glyceria*, de touffes et rosettes de feuilles chez *Scirpus fluitans, Helosciadium, Litorella*.

Les procédés de dissémination des espèces de ce groupement sont particulièrement intéressants à considérer parce que ces plantes s'établissent ici dans des stations artificielles créées par l'homme : il faut donc admettre pour la plupart d'entre elles un transport à distance (1).

En effet, si quelques unes, représentées ici par des formes aquatiques *(Agrostis canina, Peplis Portula, Juncus supinus)*, se retrouvent abondamment dans les dépressions humides — les chemins surtout — de tous les plateaux meuliers et se propagent facilement de proche en proche, pour les Hydrophytes proprement dites, absentes de ces stations, il faut invoquer l'intervention de facteurs de dissémination plus parliculiers ; aucune de ces Hydrophytes n'est susceptible — les Muscinées et les Algues exceptées — d'être transportée par le vent, il faut donc expliquer leur présence par un autre agent. Comme les mares sont souvent visitées par des oiseaux migrateurs, l'on doit admettre qu'ils ont eu le rôle essentiel dans le peuplement végétal de ces mares, des premières formées, tout au moins.

Ce sont les formes aquatiques des trois espèces citées plus haut — *Agrostis canina, Peplis Portula, Juncus supinus* — qui apparaissent les premières dans les trous à meulière abandonnés. *Juncus supinus fluitans* joue un rôle très important dans cette phase et couvre certaines mares de son réseau rougeâtre.

Le spectre biologique est homogène comme celui, d'ailleurs, de tous les groupements submergés ou flottants ; il comporte uniquement des Cryptophytes-Hydrophytes, les unes libres comme les

(1) Sinon, il faudrait considérer la plupart de ces Hydrophytes comme des espèces relictuelles provenant d'anciennes pièces d'eau naturelles établies sur les plateaux meuliers, ce qui n'est appuyé par aucun document historique. L'examen du sol aux emplacements où la meulière a été ou est encore exploitée ne fournit aucune donnée qui puisse faire admettre l'existence de ces pièces d'eau naturelles ; l'origine artificielle des mares que nous étudions ici est par contre parfaitement établie, l'âge de beaucoup d'entre elles étant même connu.

Utriculaires et *Myriophyllum alterniflorum*. les autres enracinées. Parmi celles-ci, *Litorella* peut, suivant qu'elle reste submergée ou non en hiver, être Hydrophyte ou Hémicryptophyte.

Cette association se retrouve dans toute l'Europe occidentale où elle accompagne constamment la bruyère à *Erica Tetralix* et l'association à *Cicendia filiformis*.

Voici quelques termes de comparaison qui montreront la valeur synécologique du groupement.

1. — Mares de Franchard, forêt de Fontainebleau : *Nitella translucens, Sphagnum cuspidatum, S. Gravetii, Drepanocladus fluitans, Pilularia globulifera natans, Glyceria fluitans, Airopsis agrostidea, Potamogeton polygonifolius, P. natans, P. gramineus, Alisma natans, Scirpus fluitans, Juncus supinus fluitans, Ranunculus hololeucos. R. tripartitus, R. aquatilis, Callitriche hamulata, Elatine Alsinastrum, Helosciadium inundatum.*
2. — Mares de bruyères de Sologne (d'après Franchet [106]) : *Potamogeton polygonifolius, P. gramineus, Alisma natans, Airopsis agrostidea, Scirpus fluitans, Juncus heterophyllus, J. supinus fluitans, Ranunculus hololeucos, R. tripartitus, R. aquatilis radians, Myriophyllum alterniflorum, Helosciadium inundatum, Utricularia minor Bremii, U. vulgaris, U. neglecta, Litorella lacustris.*
3. — Cuvettes de dunes anciennes, île de Fano (Danemark) (d'après C. Raunkiær [200 bis]) : *Potamogeton natans, P. gramineus, Scirpus fluitans, Myriophyllum alterniflorum. Helosciadium inundatum, Litorella lacustris, Lobelia Dortmanna.*
4. — Mares et fossés des landes et bruyères de l'Allemagne du Nord, espèces caractéristiques (*Characterarten*) (d'après P. Gräbner [124, p. 196-206]) : *Sphagnum cuspidatum falcatum, Sparganium affine, S. minimum, Potamogeton polygonifolius, Scirpus fluitans, Juncus supinus fluitans, Ranunculus hololeucos, Myriophyllum alterniflorum, Helosciadium inundatum, Utricularia intermedia, Litorella, Lobelia Dortmanna,*

L'association se retrouve également dans certains lochs tourbeux d'Ecosse [240-241] avec la plupart des espèces citées dans les listes précédentes (cf par ex. [241, pp. 116-117]).

* * *

Outre le plancton à Desmidiées analysé plus haut, on rencontre dans les mares siliceuses un groupement d'Algues où les Desmidiées sont aussi très abondantes avec plusieurs Diatomées rares dans les autres stations aquatiques et appartenant surtout aux genres *Pinnularia, Stauroneis, Frustulia, Eunotia ;* toutes ces Algues vivent parmi les plantes submergées de l'association à *Scirpus fluitans*, et comme je l'ai déjà signalé à propos du plancton

à Desmidées, il est souvent difficile de distinguer les éléments euplanctoniques des espèces benthiques.

D'après l'examen d'un nombre important d'échantillons provenant des mares siliceuses des plateaux meuliers du pays d'Arthies et de l'Hautie, j'ai pu établir la liste suivante (1) :

Myxophycées. *Synechococcus aruginosus*, *Chroococcus turgidus* C, *Ch. minutus*, *Anabæna catenula*, *Cylindrospermum majus*, *Scytonema tolypotrichoides* RR (bois de Guerry), *Hapalosiphon fontinalis* PC, *Stigonema ocellatum* R (bois de Guerry, l'Hautie).

Flagellés. *Rhipidodendron splendidum* C, *Synura Uvella*.

Diatomées. *Tabellaria flocculosa* C, *Eunotia flexuosa* R (bois des Garennes), *E. pectinalis* PC, *E. lineuris* C, *E. gracilis*, *Caloneis amphisbæna* R (mares récentes aux carrières d'Arthies), *Frustulia rhomboides* PC., *F. vulgaris* C. *Navicula binodis*, *Pinnularia subcapitata*, *P. major* C, *P. viridis Stauroneis Phœnicocentron*, *Epithemia Argus*, *Nitzschia Sigma*.

Conjuguées. *Spirogyra* cf *insignis*, *S. nitida*, *S. tenuissima*, *Zygnema pectinatum*, *Zygogonium ericetorum*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Netrium Digitus* C, *N. interruptum*, *Penium Libellula*, *P. Cylindrus*, *P. spirostriolatum* R (bois de Guerry, l'Hautie), *P. minutum*, *Closterium didymotocum* C, *C. macilentum*, *C. costatum* PC, *C. intermedium*, *C. Jenneri* R (bois de Galluis), *C. Lunula*, *C. Ralfsii*, *C. Kützingii* PC, *C. rostratum*, *C. setaceum*, *Docidium Baculum*, *Pleurotænium Trabecula*, *P. Ehrenbergii* PC, *Tetmemorus Brebissonii* C, *Euastrum binale* C, *E. humerosum*, *E. Didelta*, *E. affine*, *E. ansatum*, *E. oblongum* C, *E. elegans*, *E. pulchellum* (bois des Garennes) ,*E. pectinatum* C, *E. gemmatum*, *E. verrucosum* PC, *Micrasterias truncata* PC, *M. papillifera*, *M. fimbriata*, *M. rotata* C, *M. denticulata* C, *M. Thomasiana* RR (l'Hautie , *Cosmarium Phaseolus*, *C. tinctum* C, *C. pyramidatum* C, *C. Pseudo-pyramidatum* RR (bois de Guerry), *C. moniliforme* PC, *C. connatum*, *C. obliquum* (bois de Guerry), *C. pygmæum*, *C. difficile* R (bois de Guerry), *C. contractum* RR (bois de Guerry), *C. Cucurbita*, *C. Portianum* PC, *C. margaritiferum*, *C. Blyttii* RR. (bois de Guerry), *C. tetraophthalmum* R (l'Hautie), *C. Quadrum* R (bois de Galluis), *C. amœnum*,

(1) Afin de ne pas trop allonger cette liste, la plupart des espèces benthiques signalées dans le tableau III n'ont pas été répétées ici

Xanthidium armatum R (bois de Guerry, la Chartre), *Arthrodesmus convergens*, *Staurastrum alternans*, *S. punctulatum*, *S. polymorphum*, *S. teliferum*, *S. Brebissonii*, *Sphærozosma excavatum* PC, *S. granulatum* R (bois de Guerry, la Chartre), *Hyalotheca dissiliens* C, *H. mucosa*, *Desmidium Swartzii* PC, *D. quadrangulatum* R (l'Hautie).

Chlorophycées. *Palmodictyon varium* R (la Chartre, bois des Garennes), *Glœocystis vesiculosa* C, *Schizochlamys vesiculosa* RR (l'Hautie), *Apiocystis Brauniana* C, *Characium Sieboldii*, *Ch. nasutum* C, *Ch. ornithocephalum* C, *Eremosphæra viridis* C, *Glaucocystis Nostochinearum* R (bois de Guerry), *Geminella mutabilis* R (bois des Garennes), *Draparnaldia plumosa*, *Chætophora elegans*, *Microthamnium Kützingianum* R (bois de Guerry, la Chartre), *Coleochæte soluta*, *C. scutata* C, *Microspora* sp. pl. *Oedogonium suecicum* et sp. pl. ster., *Bulbochæte* sp., *Ophiocytium cochleare* C, *O. Arbuscula* PC, *Tribonema bombycinum*.

Rhodophycées. *Batrachospermum vagum* R (bois de Galluis).

Il est assez difficile de faire le triage sociologique des éléments de ce groupement, mais on peut toutefois remarquer qu'un certain nombre d'entre eux paraissent liés de façon étroite, sinon exclusive, aux eaux peu minéralisées des tourbières à Sphaignes. Cette coexistence se répète d'une façon frappante dans les stations aquatiques où des conditions chimiques analogues sont réalisées, comme c'est le cas pour les mares siliceuses de ce territoire, qu'elles possèdent ou non des Sphaignes.

Avec la plupart des Desmidiées et des Diatomées enumérées ci-dessus, il faut citer comme éléments également caractéristiques *Scytonema tolypotrichoides*, *Stigonema ocellatum*, *Rhipidodendron splendidum*, *Palmodictyon varium*, *Apiocystis Brauniana*, *Eremosphæra viridis*, *Ophiocytium Arbuscula*.

Dans les petites dépressions humides de la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* établie sur pentes, fosses de drainage ou cuvettes naturelles, on retrouve un groupement analogue mais où les grandes Navicules (subgen. *Pinnularia*) sont plus fréquentes et la flore desmidiale moins variée et moins abondante, ce qui paraît confirmer la distinction établie par Cedergren en Suède entre le *Sphagnetum naviculosum* et le *Sphagnetum desmidiosum* distinction que G. S. West a contestée [242].

Parmi les espèces que j'ai rencontrées seulement dans les parties inondées de ces bruyères de pentes tourbeuses, je citerai les suivantes :

Diatomées. *Eunotia tetraodon* R (Chavençon), *E. exigua*, *Pinnularia nobilis* C, *Stauroneis Phœnicentron* PC (Aincourt, Vaux), *Rhopalodia gibba* R (Serans), *Surirella splendida* PC.

Conjuguées. *Mesotænium macrococcum*, *Euastrum crassicole* R (Chavençon), *Cosmarium Cucumis*, *C. quadratum*, *C. celatum* PC *Staurastrum orbiculare* R (Chavençon).

Il faut noter, en outre, la rareté des petites Desmidiées, si abondantes dans les mares, les *Cosmarium* en particulier ; par contre, les grandes espèces *Netrium Digitus*, *Euastrum oblongum*, *Closterium Lunula*, les *Micrasterias* sont ici localement très abondantes.

Ces groupements correspondent au *Sphagnum-bog association* de G. S. West [242].

4. — ASSOCIATION D'HERBES AQUATIQUES A BASE INONDÉE

4. — Association à *Scirpus lacustris* et *Glyceria aquatica*.

Comme l'association à *Limnanthemum*, celle-ci joue un rôle important dans les grands cours d'eau qu'elle borde d'un ruban discontinu, dilaté sur la rive convexe, aminci et souvent nul sur la rive concave.

Au point de vue de la richesse floristique, l'association présente dans ce territoire deux types extrêmes ; l'un, d'une densité et d'une variété remarquables, se réalise dans les bras morts à caractère stagnal bien marqué, l'autre, très appauvri, s'observe dans les cours d'eau secondaires à courant rapide où *Scirpus lacustris*, en colonies lâches, peu étendues et généralement stériles, est accompagné de quelques-uns seulement de ses associés.

Dans l'Oise et la Seine, la Scirpaie prospère surtout sur les fonds vaseux inondés durant toute l'année et dont la profondeur ne dépasse pas 3 m., la plupart des espèces ne s'avançant guère au delà des fonds de 1 m. Confinant à l'association à *Limnanthemum* sur

sa marge interne, la Scirpaie se mélange localement à celle-ci pour former un groupement mixte bien développé surtout lorsque les hampes des Hélophytes sont peu rapprochées (*open reed-swamp* des phytogéographes anglais). Ce « mictium » correspond d'ailleurs à un stade évolutif, intermédiaire entre les deux associations ; un groupement mixte s'observe également sur la marge externe de l'association au contact de la Saussaie.

La liste suivante, qui résume de nombreux relevés faits le long de l'Oise et de la Seine, correspond au type classique de la Scirpaie telle qu'on l'observe dans les grands fleuves de l'Europe tempérée.

CARACTÉRISTIQUES

Butomus umbellatus	C	***Nasturtium amphibium***	C
Leersia oryzoides	**PC**	***Sium latifolium***	**RR**
Glyceria aquatica	CC, ldt	*S. angustifolium*	R
Scirpus maritimus	PC	*Stachys palustris*	PC
Carex riparia	**C**	***Galium elongatum***	**R**
Rumex Hydrolapathum	C	*Inula britanica*	PC
R. maximus	RR	***Senecio paludosus***	**R**

UBIQUISTES DES ASSOCIATIONS D'HÉLOPHYTES

Equisetum limosum	R, ldt	***Carex vesicaria***	R
Typha latifolia	C. ldt	*Iris Pseudo-Acorus*	C
T. angustifolia	C, ldt	*Polygonum amphibium*	PC
Sparganium ramosum	CC, ldt	***Thalictrum flavum***	PC
S. simplex	PC	***Spiræa Ulmaria***	PC
Alisma Plantago	C	*Lythrum Salicaria*	C
Phragmites communis	CC, ldt	*Epilobium hirsutum*	C
Scirpus lacustris	CC, ldt	*Œnanthe Phellandrium*	PC
Heleocharis palustris	PC	*Lysimachia vulgaris*	R
Carex stricta	R	*Scutellaria galericulata*	R
C. acuta	R	*Lycopus europæus*	C

ACCESSOIRES

Alopecurus geniculatus	R	*Myosotis palustris*	PC
Glyceria fluitans	R	*Mentha aquatica*	R
Phalaris arundinacea	C	***Solanum Dulcamara***	C
Carex Pseudo-Cyperus	RR	*Scrofularia aquatica*	PC
Caltha palustris	R	*Eupatorium cannabinum*	PC
Nasturtium officinale	PC	*Sonchus arvensis riparius*	R
Helosciadium nodiflorum	PC		

Sauf *Leersia oryzoides*, *Scirpus maritimus et Sium latifolium* qui sont exclusifs des grandes vallées, tous les éléments énumérés dans la précédente liste se retrouvent dans les vallées secondaires ; l'association se réalise ici dans les fossés peu profonds (moins d'un mètre)

qui drainent les prairies marécageuses et dans les dérivations artificielles des rûs. Plusieurs espèces rares dans l'Oise et la Seine sont ici fréquentes et localement abondantes, telles *Sparganium simplex*, *Glyceria fluitans*, *Caltha palustris*, *Sium angustifolium*, *Scrofularia aquatica;* quelques-unes même ne s'écartent guère des vallées secondaires, ainsi *Catabrosa aquatica*, *Teucrium Scordium*, *Œnanthe fistulosa*, *Veronica Anagallis*, *V. Beccabunga* pour ne citer que les plus importantes.

Voici, à titre d'exemple, un relevé correspondant à cette variété de Scirpaie :

Fossé de drainage, entre deux prairies, à Saint-Clair-sur-Epte.

Equisetum limosum	r (1)	*Hypericum tetrapterum*	r
Sparganium ramosum	dt	*Lythrum Salicaria*	abt
Phalaris arundinacea	abt	*Sium angustifolium*	rr
Glyceria fluitans	rr	*Stachys palustris*	pa
Carex riparia	dt	*Mentha aquatica*	r
C. Pseudo-Cyperus	r	*Teucrium Scordium*	r
Juncus conglomeratus	pa	*Scrofularia aquatica*	abt
Caltha palustris	r	*Galium elongatum*	pa
Spirea Ulmaria	abt	*Senecio paludosus*	abt
Lotus uliginosus	r	*Achillea Ptarmica*	r
Euphorbia palustris	rr		

Il faut encore signaler des Scirpaies bien développées aux étangs de la Villetertre, à ceux d'Halincourt et de Villarceaux.

Les particularités écologiques de la Scirpaie ont été suffisamment étudiées par les monographes des groupements aquatiques pour qu'il soit utile de les signaler à nouveau ; je me bornerai à insister sur le caractère social que confère à beaucoup d'Helophytes de cette association la possession d'organes de multiplication végétative très actifs.

Il en résulte la dominance locale de plusieurs espèces particulièrement bien douées à cet égard, telles *Scirpus lacustris*, *Sparganium ramosum* (Pl. 1), *Phragmites communis*, *Glyceria aquatica* (Pl. 2), les *Typha*, toutes espèces qui ont ici un rôle dynamique capital en contribuant à la réduction de la surface aquatique, puis à l'élévation du fond. Pour employer la suggestive terminologie de J. Pavillard (1896 bis), elles ont à la fois un rôle destructeur vis-à-vis de l'associa-

(1) Les abréviations correspondent aux cinq degrés d'abondance adoptés dans ce mémoire (cf. p. 47).

tion à *Limnanthemum* et un rôle édificateur et conservateur vis-à-vis de l'association dont elles font partie.

Des différents faciès que l'on peut distinguer dans la Scirpaie, le plus aquatique est le faciès à *Scirpus lacustris*. Dans la Seine, cette Cypéracée sociale s'avance jusqu'aux fonds de 3 m. Les peuplements souvent purs qu'elle y forme sont surtout bien développés dans les petites anses à eau tranquille et peu profonde qui interrompent çà et là les berges ; dans les bras actifs, l'extension de ces peuplements vers le milieu du fleuve est limitée par le courant. Ici comme dans les lacs du Jura [168] et au lac de Grandlieu [112], *Scirpus lacustris* marque la ceinture d'Hélophytes la plus interne.

Le faciès à *Typha angustifolia* trouve son optimum écologique dans les bras morts à demi-comblés, à fond vaseux ; certains sont presque entièrement envahis par les peuplements denses de cette Hélophyte (Freneuse) ; *Typha latifolia*, qui peut végéter dans des stations relativement sèches (1), est plus rare et ne forme pas ici de peuplements aussi étendus.

Glyceria aquatica, la plus répandue et la plus abondante des plantes coloniales de la Scirpaie, marque souvent la limite externe de celle-ci vers le rivage et acquiert localement une importance physionomique considérable par l'étendue de ses peuplements (Pl. 2).

Le faciès à *Sparganium ramosum* est aussi très important : cette plante s'étend en colonies très denses en arrière du *Scirpus lacustris* sur les fonds de vase ou de sable fin, par moins d'un mètre. Dans les fossés des vallées secondaires, elle est également fort abondante, parfois en codominance avec *Sparganium simplex*.

Phragmites communis, tout en n'ayant pas ici l'extension considérable qu'il acquiert dans d'autres groupements, forme, çà et là dans les grands cours d'eau, des colonies assez étendues pour participer à la physionomie de l'association ; au point de vue dynamique, le Roseau n'a ici qu'une importance réduite, nullement comparable à celle qu'il possède dans la tourbière à Hypnacées où il contribue très activement à l'édification de l'association à *Cladium Mariscus* et des associations consécutives.

Dans les mares de faible profondeur établies sur l'argile plastique

(1) C'est ainsi que j'ai plusieurs fois observé cette plante dans des clairière récentes de bois méso-hygrophiles (Jambville, Monts).

ou les marnes du gypse, *Heleocharis palustris* forme parfois des peuplements très denses ; avec *Glyceria fluitans*, *Alopecurus geniculatus*, *Catabrosa aquatica*, *Veronica Beccabunga*, *Juncus conglomeratus*, *Œnanthe Phellandrium*, *Teucrium Scordium*, *Bidens tripartitus*, *Polygonum Hydropiper*, il constitue ici un petit groupement secondaire sans caractéristiques, voisin de certaines « variétés » de Scirpaie, en eau peu profonde.

Pendant toute la durée de sa vie aérienne active, de mai à octobre, la Scirpaie présente un aspect quasi monotone où se juxtaposent les diverses nuances de la gamme du vert, depuis le vert-sombre du *Scirpus lacustris* jusqu'au vert-jaunâtre du *Leersia oryzoides*, les espèces à inflorescence vivement colorées sont effacées par les dominantes, toutes monocotylédones anémophiles à inflorescences ternes, et c'est seulement dans les fossés des vallées secondaires que la mosaïque florale s'anime grâce à la plus grande variété des éléments.

Le spectre biologique de la Scirpaie typique comporte presque exclusivement des Cryptophytes-Hélophytes à rhizome, qui cessent à peu près complètement d'assimiler durant la mauvaise saison ; les espèces qui, dans les stations simplement humides, ont leurs pousses hivernantes à ras du sol comme *Spiræa Ulmaria*, *Eupatorium cannabinum*, deviennent ici Cryptophytes.

Comme l'association à *Limnanthemum* qu'elle accompagne constamment, la Scirpaie possède une extension géographique considérable ; toutes deux renferment de nombreux éléments cosmopolites. Faute de pouvoir donner de longues listes comparatives, je me bornerai à citer quelques travaux où l'on trouvera des exemples de Scirpaie provenant de différentes régions d'Europe : lac de Grand-lieu (Gadeceau [112]), bords de l'Aar (Siegrist 218]), delta du Danube (M. Pallis [186]), Russie méridionale (Sukatchev [222]). La comparaison de ces listes montre la constance du groupement dans une grande partie de l'Europe.

2. — Association à *Cladium Mariscus*.

Cette association, particulière aux grands fossés des tourbières à Hypnacées, fossés de drainage ou anciennes fosses d'extraction, présente des rapports étroits avec la Scirpaie ; l'analogie du spectre biologique (Cryptophytes-Hélophytes dominantes), les traits physio-

nomiques comparables et, surtout, la valeur élevée du coefficient de communauté (près de 50 0/0) démontrent de multiples affinités.

Toutefois, le nombre assez important d'éléments spécialisés ici permet de considérer ce groupement comme doué d'une réelle individualité, par rapport à la Scirpaie.

Des trois vallées où les tourbières à Hypnacées ont encore un développement notable, c'est la vallée de la Troesne qui présente, en plus grand nombre, les fossés tourbeux, assez profonds, pour la plupart anciennes fosses d'extraction, qui conviennent au développement de l'association. Dans la vallée du Sausseron, la tourbière d'Arronville renferme encore quelques fosses profondes, mais la réduction des surfaces d'eau libre y a déjà fortement restreint les stations aquatiques proprement dites et, comme la tourbe n'est plus exploitée, l'association se réduit à quelques individus difficiles à distinguer des individus de l'association à *Schœnus nigricans-Juncus obtusiflorus* étudiée plus loin.

La liste suivante représente la composition générale de l'association :

CARACTERISTIQUES

Polystichum Thelypteris	PC	*Carex filiformis*	RR
Calamagrostis lanceolata	RR	*Rumex Hydrolapathum*	PC
Cladium Mariscus	C, ldt	*Stellaria palustris*	RR
Scirpus Tabernæmontani	R	*Ranunculus Lingua*	R
Carex paniculata	PC, ldt	*Menyanthes trifoliata*	C, ldt
C. paradoxa	R	*Galium elongatum*	R
C. Pseudo-Cyperus	PC	*Senecio paludosus*	R
C. rostrata	PC, ldt	*Sonchus palustris*	RR
C. disticha	PC		

UBIQUISTES DES ASSOCIATIONS D'HELOPHYTES

Equisetum limosum	PC, ldt	*Carex acuta*	RR
Typha latifolia	C, ldt	*Iris Pseudo-Acorus*	PC
T. angustifolia	PC, ldt	*Polygonum amphibium*	R
Sparganium ramosum	PC	*Thalictrum flavum*	C
S. simplex	PC	*Spiræa Ulmaria*	C
Phragmites communis	CC, ldt	*Lythrum Salicaria*	C
Scirpus lacustris	PC, ldt	*Lysimachia vulgaris*	CC
Heleocharis palustris	R	*Scutellaria galericulata*	R
Carex vesicaria	R	*Lycopus europæus*	C
C. stricta	R		

ACCESSOIRES

Phalaris arundinacea	PC	*Mentha aquatica*	C
Glyceria fluitans	R	*Myosotis palustris*	R
Molinia cœrulea	PC	*Solanum Dulcamara*	C
Juncus obtusiflorus	PC, ldt	*Eupatorium cannabinnum*	C
Caltha palustris	R		
Nasturtium officinale siifolium	PC		

Parmi les éléments caractéristiques, plusieurs sont très étroitement localisés : *Calamagrostis lanceolata* dont j'ai observé une seule colonie près de la « source » occidentale du Sausseron, dans la tourbière d'Arronville ; *Carex filiformis* également très rare, à la même localité, dans un fossé peu profond ; *Sonchus palustris*, quelques pieds au bord d'une canardière à Fay-les-Étangs.

Comme dans la Scirpaie, les espèces sociales ont ici une part importante et l'on peut distinguer plusieurs faciès bien tranchés ; à cet égard, deux espèces surtout contribuent à la distinction physionomique du groupement, *Cladium Mariscus* (Pl. 3, phot. III) et *Phragmites communis*.

Ce sont ces plantes qui ont le rôle essentiel dans l'évolution de la série menant de l'association à *Potamogeton coloratus* à la Moliniaie et à l'Aulnaie tourbeuse. Vis-à-vis de la première, elles ont un rôle destructeur analogue à celui des dominantes de la Scirpaie vis-à-vis de l'association à *Limnanthemum*. C'est l'accumulation, à l'abri de l'air, de leurs rhizomes enchevêtrés, qui contribue surtout à l'édification et à l'élévation du substratum tourbeux où s'installeront progressivement l'association à *Juncus obtusiflorus* et les associations consécutives ; *Cladium* et *Phragmites* y subsistent longtemps comme « reliques d'atterrissement » (*Verlandungsrelikte* de Früh et Schröter [110]).

On peut donc, avec W.-H. Pearsall [191], considérer ici la Phragmitaie comme le stade final de la série aquatique et comme le stade initial de la série tourbeuse (tourbière à Hypnacées).

Les *Typha* se localisent dans les fosses d'exploitation récentes (Pl. 3, phot. I) dont le fond repose sur des limons argileux ; ce sont généralement les premières Hélophytes qui apparaissent. Dans les fosses anciennes, à fond tourbeux, ces peuplements de *Typha* s'éclaircissent et sont graduellement éliminés par des concurrentes mieux adaptées à un substratum organique, comme *Cladium* ou *Phragmites*. *Typha latifolia* joue, d'ailleurs, très souvent, ce rôle de pionnier dans les stations aquatiques de création récente ; dans les carrières de meulière inondées et abandonnées, dans les ballastières, dans les poches d'effondrement du gypse, il caractérise fréquemment la première phase du peuplement.

Il faut encore noter la part importante que *Carex paniculata* prend dans certains fossés où ses touffes hébergent parfois

des Fougères (*Polystichum spinulosum*) et des Muscinées (Pl. 3, phot. II).

Parmi les petites Hélophytes, deux surtout sont à signaler pour l'aspect bien caractéristique qu'elles imposent aux fossés où elles dominent : *Equisetum limosum* et *Menyanthes trifoliata*. Ce dernier, dont le développement précoce inaugure la reprise de la végétation, détermine un aspect vernal très particulier.

Dans le spectre biologique, à part quatre Hémicryptophytes cespiteuses (*Carex paniculata*, *C. paradoxa*, *C. stricta*, *Molinia cærulea*) et une Nanophanérophyte (*Solanum Dulcamara*), tous les autres éléments sont des Cryptophytes - Hélophytes, obligatoires comme *Ranunculus Lingua* ou facultatives telles *Spiræa Ulmaria*.

Bien peu d'espèces conservent ici des feuilles vertes toute l'année : *Cladium Mariscus* est du nombre et l'aspect hivernal gris-vert de ses peuplements se distingue de loin des taches jaunâtres du *Molinia* ou des stries gris-clair du *Phragmites*.

Telle qu'elle est ici délimitée, l'association à *Cladium Mariscus* correspond au *Phragmitetum* et au *Magnocaricetum* que Früh et Schröter distinguent dans les tourbières à Hypnacées *Flachmoore*) de Suisse ; dans les « fens » (1) de l'Angleterre orientale, cette association est également bien représentée [223, 245].

3. — Association à *Heleocharis multicaulis* et *Carex rostrata*.

Etroitement localisée au bord des mares siliceuses de l'argile à meulière, cette association y est presque partout peu développée, et par suite, souvent difficile à distinguer des autres groupements qu'elle accompagne (association à *Scirpus fluitans* et bruyère spongieuse à *Erica Tetralix*) ; c'est surtout dans les mares de grandes dimensions, à bords faiblement déclives, où la disposition des groupements en ceintures est bien nette (fig. 19, p. 615), qu'on peut délimiter la composition floristique de l'association, mais le plus souvent, on est en présence de « fragments » d'association.

On peut attribuer à cette association les éléments suivants :

(1) Ce nom désigne, dans une partie de l'Angleterre, les marais tourbeux à Hypnacées.

CARACTÉRISTIQUES

Pilularia globulifera	R	*Heleocharis multicaulis*	PC
Alisma ranunculoides	R	*Juncus silvaticus*	C
Alopecurus fulvus	R	*Helodes palustris*	R
Carex rostrata	PC, ldt	*Menyanthes tritoliata*	R, ldt
C. vulgaris	PC	*Veronica scutellata*	R

UBIQUISTES DES ASSOCIATIONS D'HÉLOPHYTES

Equisetum limosum	R, ldt	*Carex stricta*	PC
Typha latifolia	PC, ldt	*C. acuta*	R
T. angustifolia	PC, ldt	*Iris Pseudo-Acorus*	RR
Sparganium ramosum	R	*Lythrum Salicaria*	R
S. simplex	RR	*Lysimachia vulgaris*	PC
Scirpus lacustris	R, ldt	*Scutellaria galericulata*	R
Heleocharis palustris	PC	*Lycopus europæus*	R
Carex vesicaria	R		

ACCESSOIRES

Glyceria fluitans	C	*Polygonum Hydropiper*	C
G. plicata	R (?)	*Ranunculus Flammula*	C
Molinia cœrulea	PC	*Galium palustre*	C
Agrostis canina	CC, ldt	*Hydrocotyle vulgaris*	C
Juncus supinus	CC	*Bidens tripartitus*	R
J. conglomeratus	C		

Un certain nombre de Muscinées complètent l'association, ce sont *Sphagnum Gravetii*, *Aulacomnium palustre*, *Bryum bimum*, *Dicranum Bonjeani*, *Drepanocladus fluitans*, *Acrocladium cuspidatum*, *Amblystegium riparium*, *Climacium dendroides ;* elles ont une grande importance au point de vue dynamique en ce qu'elles contribuent activement à la formation de la tourbe.

Comme conséquence de sa position topographique dans les mares, cette association, comme tous les groupements littoraux d'ailleurs, se mélange souvent aux associations qui lui sont juxtaposées. Ces « mictium » sont favorisés ici du fait que beaucoup d'éléments de l'association à *Scirpus fluitans* sont susceptibles de végéter en eau très peu profonde et même sur des substratums argileux ou tourbeux simplement humides ; par suite des grandes variations du niveau aquatique, les deux associations se pénètrent sur leur marge commune.

De même, des espèces de la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix* se rencontrent souvent ici.

Ces trois associations sont d'ailleurs liées génétiquement comme nous le verrons plus loin et elles représentent, ici, trois termes d'une succession qui aboutit au taillis de Chêne à sous-bois de Myrtille.

En dehors de ces affinités, cette association montre des rapports floristiques évidents avec l'association à *Cladium Mariscus*, d'une part, et, d'autre part, avec les groupements de prés-marais acides.

Comme les deux autres groupements étudiés dans les paragraphes précédents, celui-ci possède un spectre biologique très homogène où les Cryptophytes-Hélophytes à rhizome sont en majorité.

Au point de vue de son extension géographique, l'association à *Heleocharis multicaulis* représente, avec les associations auxquelles elle se lie génétiquement, un ensemble qui ne s'écarte guère de l'Europe occidentale : à ce titre, *Helodes palustris*, *Heleocharis multicaulis*, *Alisma ranunculoides* sont bien représentatifs.

4. — Association à *Philonotis cespitosa* et *Montia rivularis*.

C'est un groupement propre aux eaux vives peu profondes — ruisselets ou talus suintants — bien aérées par conséquent et faiblement minéralisées ; les éléments caractéristiques sont des espèces de lumière qui s'effacent pour la plupart lorsque la végétation arbustive devient dominante.

Ces conditions sont le mieux réalisées dans les parties mouilleuses et déclives des prés établis à la limite des marnes vertes et des sables de Fontainebleau, où l'eau s'écoule en minces filets superficiels sur le sable siliceux.

L'association est, du reste, très rare ; je l'ai observée seulement aux quatre localités suivantes :

1. La Chartre, près Juziers, dépression dans un pré à *Holcus lanatus* : *Pellia epiphylla*, *Mniobryum albicans*, *Philonotis cespitosa*, *Climacium dendroides*, *Brachythecium Mildeanum*, *Equisetum palustre*, *Glyceria plicata*, *Carex acutiformis*, *Polygonum Hydropiper*, *Montia rivularis*, *Stellaria uliginosa*.

2. Le Rosuel, près le Heaulme, dans une pâture : *Mniobryum albicans*, *Bryum rentricosum*, *Philonotis cespitosa*, *Brachythecium rutabulum*, *Glyceria plicata*, *Scirpus setaceus*, *Juncus lamprocarpus*, *Stellaria uliginosa*, *Callitriche vernalis*, *Epilobium tetragonum*, *Veronica Beccabunga*.

3. Figicourt, près Montagny, ruisselet dans une pâture : *Philonotis cespitosa*, *Brachythecium* cf *salebrosum*, *Montia rivularis*, *Stellaria uliginosa*.

4 Haute-Souris près Maudétour, sables autour d'une source : *Bryum pallens Philonotis fontana, Mnium punctatum, Acrocladium cuspidatum, Equisetum palustre, Glyceria fluitans, Carex panicea, Juncussupinus, Stellaria uliginosa, Ranunculus hederaceus, Epilobium palustre, Lotus uliginosus.*

Le *Ranunculus hederaceus* se retrouve également avec *Juncus lamprocarpus, Nasturtium officinale, Veronica Beccabunga* dans les fossés négligés des villages établis au flanc des hautes buttes tertiaires. Signalée à un certain nombre de localités (Serans, Montjavoult, Neuville-Bosc, Méru, massif d'Arthies), cette plante paraît avoir disparu de la plupart d'entre elles par suite des améliorations de voirie.

Dans son ensemble, le groupement présente des affinités floristiques avec plusieurs autres associations également localisées dans les hautes buttes, en particulier avec l'association à *Cicendia filiformis* et *Stereodon arcuatus* où l'on retrouve *Webera albicans, Brachythecium glareosum, Glyceria plicata, Callitriche stagnalis, Juncus supinus, Polygonum Hydropiper.*

La présence exclusive de *Ranunculus hederaceus* et de *Montia rivularis*, la préférence marquée de *Webera albicans*, de *Philonotis cespitosa*, de *Stellaria uliginosa* confèrent à ce groupement une autonomie évidente : ces espèces, les deux premières surtout, caractérisent l'association.

Comme tous les groupements d'eau courante, soumis par conséquent à de faibles variations thermiques, celui-ci possède surtout des espèces à assimilation continue; à la différence de l'association à *Ranunculus fluitans*, composée uniquement de Cryptophytes-Hydrophytes, il comporte plusieurs espèces -- et ce sont les plus importantes pour sa distinction — dont les bourgeons perennants hivernent à ras du sol.

Cette association est répandue dans une grande partie de l'Europe : on peut y distinguer deux « races », une race occidentale caractérisée par *Ranunculus hederaceus* et à laquelle appartient le type étudié ici et une race arctique-alpine caractérisée entr'autres par *Saxifraga stellaris* et *Epilobium alsinifolium*.

C'est à cette dernière qu'il faut rapporter la plupart des *Quellfluren* décrits par les auteurs de langue allemande (par ex. *Cardaminetum amarae* de Rübel [212 bis]), la « *Philonotis*-association » des Faeröes

étudiée par Ostenfeld [184] et « l' hydrophilous chomophyte formation » des Highlands d'Ecosse analysée par W. E. Smith [220].

Signalée depuis longtemps par Lecoq dans le Massif Central [162] cette association a été précisée par J. Braun-Blanquet sous le nom de *Montietum* [27].

Le *Cardamine amara* cité par cet auteur comme caractéristique se rencontre également dans notre territoire, mais il est lié à une station différente : les berges abruptes des rivières et rûs, au voisinage immédiat de l'eau courante où il est souvent associé à *Scolopendrium officinale* et à *Fegatella conica*. Ce petit groupement, subordonné à l'Aulnaie des vallées et répandu dans presque toutes les vallées secondaires, manque dans les vallées de l'Oise et de la Seine ; fréquent dans la vallée de l'Epte et de ses affluents, il se retrouve aussi dans les vallées de l'Esches, du Sausseron, de la Viosne et du Montcient.

5. — ASSOCIATIONS DES VASES ET GRAVIERS FLUVIATILES

En arrière de la ceinture discontinue de hautes herbes aquatiques à base inondée qui constituent la Scirpaie, on rencontre, le long de la Seine et de l'Oise, des groupements qui s'établissent sur les atterrissements exondés lors des basses-eaux.

Ces atterrissements forment des petites plages bien développées le long des rives convexes, là où le courant fortement ralenti dépose surtout des particules argileuses et sableuses finement divisées et des débris organiques plus ou moins triturés.

La florule vasculaire qui s'établit dans ce type de station est assez hétérogène et comporte un grand nombre d'éléments accessoires et accidentels parmi lesquels les espèces rudérales jouent un rôle prépondérant, fait d'ailleurs général le long des fleuves qui traversent les régions très peuplées.

Dans le complexe synécologique qui colonise la bande littorale ainsi comprise entre le niveau aquatique d'été et la berge que mouille le flot d'hiver, on peut distinguer plusieurs groupements de valeur sociologique inégale : une association d'Algues subaériennes et de Muscinées, une association mixte où dominent les Thérophytes estivales et, enfin, un groupement arbustif caractérisé par les Saules,

qui représente ici le terme final de la série et se rattache au taillis méso-hygrophile d'*Alnus glutinosa*.

1. — Association à *Riccia crystallina* et Siphonées.

Dès la fin de l'été, sur la vase encore humide et, plus particulièrement, sur la marge étroite soumise aux oscillations du niveau aquatique, une abondante population de Muscinées presque toutes annuelles et d'Algues se développe rapidement en association ouverte. J'ai observé dans cette station les Muscinées suivantes :

Riccia crystallina	RR	*Physcomitrella patens*	R
R. fluitans canaliculata	R	*Funaria hygrometrica*	C
Marchantia polymorpha	R	*Barbula unguiculata*	CC
Pleuridium nitidum	PC	*B. gracilis*	PC
Dicranella varia	C	*Leptobryum piriforme*	PC
Acaulon muticum	PC	*Mniobryum carneum*	C
Phascum Flœrkeanum	R	*Bryum argenteum epilosum*	C
Ph. cuspidatum	CC	*B. erythrocarpum*	CC
Physcomitrium piriforme	R	*Drepanocladus aduncus* var.	R

Certains de ces éléments se retrouvent sur l'argile humide des fossés de drainage, dans les prairies des vallées secondaires, telles *Dicranella varia*, *Physcomitrium piriforme*, *Webera carnea* ; d'autres comme *Phascum cuspidatum* et *Bryum erythrocarpum* sont également communes dans les prairies artificielles. Plusieurs espèces enfin, *Marchantia polymorpha*, *Funaria hygrometrica*, *Leptobryum pyriforme*, *Bryum argenteum* ont un caractère subrudéral bien marqué et leur présence dans ce groupement indique la concentration saline élevé du substratum. Par leur localisation étroite dans cette station, *Riccia crystallina*, *Pleuridium nitidum* et *Physcomitrella patens* sont les caractéristiques muscinales de l'association. Parmi les Algues, j'ai noté de nombreuses Diatomées (variétés subaériennes d'espèces aquatiques et espèces typiquement subaériennes), des Chlorophycées (*Pleurococcus viridis*, *Stichococcus bacillaris*, *Hormidium flaccidum*, *Schizogonium crispum*, *Pediastrum muticum*, *Tribonema bombycinum*, *Vaucheria ornithopoda*, *V. sessilis*, *Botrydium granulatum*), des Myxophycées (*Oscillatoria limosa*, *O. et princeps*, *Phormidium subfuscum*, *Ph. autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Microcoleus vaginatus*, *Nostoc sphæricum*).

Les espèces rudérales, nitratophiles, sont bien représentées ici :

Hormidium flaccidum, *Schizogonium crispum*, *Phormidium autumnale*, *Microcoleus vaginatus*, sont typiques à cet égard.

Dans l'ensemble, ce groupement d'Algues correspond bien à ce que Boye-Petersen appelle association d'Algues sur sol neutre ou alcalin [25].

2. — Association à *Bidens tripartitus* et *Brassica nigra*.

C'est le groupement littoral dont l'importance physionomique est la plus manifeste dans les grandes vallées, qu'il ne quitte pas. Il est constitué par un mélange d'éléments autochtones comme *Crypsis alopecuroides*, *Cyperus fuscus*, *Juncus compressus* *Pulicaria vulgaris* et d'éléments d'introduction plus ou moins ancienne tels *Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium rubrum* ou *Brassica nigra*.

L'analyse et la comparaison de nombreux relevés exécutés entre Paris et Rouen permettent de fixer comme suit la constitution du groupement :

Grh (1	*Equisetum arvense*	PC	Th	*Chenopodium rubrum*	PC
Th	*Ecninochloa Crus-Galli*	PC	Chh	*Malachium aquaticum*	C
Th	*Poa annua aquatica*	R	Th	*Ranunculus sceleratus*	PC
Th	*Crypsis alopecuroides*	RR	H	*Barbarea vulgaris*	PC
Th	*Alopecurus geniculatus*	R	Th	*Erucastrum Pollichii*	RR
Th	*Cyperus fuscus*	PC	Th	*Sisymbrium supinum*	R
Hl	*Heleocharis palustris*	PC, ldt	Th-H²	*Nasturtium silvestre*	C
Hl	*H. aicularis*	RR	Th-H²	*N. palustre*	C
Th	*Scirpus setaceus*	RR	Th	*Erysimum cheiranthoides*	CC
Grh	*Carex hirta*	AC	Th-H²	*Brassica nigra*	CC, ldt
Grh	*C. Schreberi*	R	H	*Potentilla Anserina*	C, ldt
Th	*Juncus bufonius*	AC	H	*Mentha Pulegium*	R
Grh	*J. compressus*	C	Th	*Limosella aquatica*	RR
H	*J. glaucus*		H	*Galium palustre*	C
Th	*Rumex maritimus*	R	Th	*Gnaphalium uliginosum*	PC
Th	*Polygonum Persicaria*	AC	Th	*G. luteo-album*	R
Th	*P. lapathifolium*	CC, ldt	Th	*Pulicaria vulgaris*	R
Th	*P. Hydropiper*	R	Th	*Bidens cernuus*	R
Th	*P. mite*	RR	Th	*B. tripartitus*	C
Th	*P. aviculare*	PC	Th	*Xanthium Strumarium*	R
Grh	*P. amphibium terrestre*	PC			

(1) Dans cette liste, comme dans les listes et les tableaux suivants, les abréviations placées *devant* les noms d'espèces se rapportent aux types biologiques :

Le nombre réduit des constantes par rapport au nombre total des espèces marque bien l'hétérogénéité et le manque de cohésion du groupement. Dans la vallée de la Seine, on peut attribuer aux éléments suivants une valeur carastéristique réelle :

Crypsis alopecuroides
Cyperus fuscus
Heleocharis acicularis
Juncus compressus
Chenopodium rubrum
Sisymbrium supinum
Brassica nigra
Bidens tripartitus

C'est essentiellement un groupement de lumière qui s'appauvrit et se dégrade lorsque les arbustes l'envahissent : il est par suite de courte durée, la végétation arbustive des berges consistant essentiellement en Saules, bois blanc à croissance très rapide.

On retrouve des groupements comparables le long des cours d'eau d'une grande partie de l'Eurasie.

Dans le Bassin de Paris, les sables et vases de la Loire, par exemple, renferment la majeure partie des éléments ci-dessus nommés, avec, en outre, plusieurs espèces caractéristiques comme *Peplis Boræi*, *Eragostis pilosa*, *Lindernia pyxidaria*, *Scirpus Michelianus*.

Voici, d'autre part, à titre de comparaison, un relevé (partiel) provenant de l'Europe orientale :

Grève sableuse près d'un gué, au bord de la Desna, près Dremaïlovka, Gt de Tchernigov (Russie) Août 1916 : *Crypsis alopecuroides C. schœnoides, Eragostis pilosa, Cyperus fuscus, Heleocharis palustris Scirpus setaceus, Juncus bufonius, Rumex maritimus, Polygonum lapathifolium, Chenopodium rubrum, Mentha sativa, Bidens tripartitus, Petasites tomentosus, Xanthium macrocarpum.*

Chaque année, suivant la hauteur des eaux, la surface des vases et graviers découverts varie et avec elle l'extension et la richesse de l'association.

Lorsque les eaux sont très basses, et que, par suite, la marge externe de la Scirpaie est exondée, on y rencontre des éléments comme *Bidens tripartitus*, *Erysimum cheiranthoides*, *Cyperus fuscus* qui s'établissent çà et là entre les hampes élevées des Hélophytes.

Dans certains cas même, lorsque le niveau des eaux s'abaisse encore plus et que les Hydrophytes sont elles aussi temporairement

Ph, Phanérophyte ; Ch, Chaméphyte (Chh, Chaméphyte herbacée, Chl, Chaméphyte ligneuse) ; H, Hémicryptophyte (H^2 Hémicryptophyte bisannuelle) ; Cr, Cryptophyte [Hd, Hydrophyte ; Hl, Hélophyte ; G, Géophyte (Grh, G. à rhizome ; Gtb, G. à tubercule ; Gb, G. à bulbe)].

émergées, on observe une extension encore plus marquée de l'association à *Bidens-Brassica* : de pareils « mictium » ne sont pas rares dans les bras morts en partie comblés par les atterrissements vaseux (Dennemont ! Freneuse !).

Dans les mares-abreuvoirs de faible profondeur, à assèchement estival prolongé, ces mélanges d'associations sont très fréquents.

Voici, du reste, quelques exemples de ces populations végétales de mares-abreuvoirs.

1. Haricourt. *Riccia fluitans, Alisma Plantago, Lemna minor, L. trisulca, Wolffia arrhiza, Alopecurus fulvus, Juncus bufonius, Polygonum Persicaria, Rumex conglomeratus, Chenopodium polyspermum, Ranunculus aquatilis, R. sceleratus, Potentilla Anserina, Bidens tripartitus.*

2. Haute-Souris, près Maudétour. *Glyceria plicata, Heleocharis palustris, Carex vulpina, C. hirta, Lemna minor, L. gibba, Juncus lamprocarpus, Polygonum Hydropiper, P. Persicaria, Potentilla Anserina.*

3. Banthelu. *Lemna minor, L. gibba, L. trisulca, Juncus bufonius, Polygonum Persicaria, Limosella aquatica, Bidens tripartitus.*

4. Enfer, près Arthies. *Alisma Plantago, Glyceria plicata, Carex hirta, Lemna minor, Juncus conglomeratus, Polygonum Persicaria, P. Hydropiper, Mentha Pulegium, Galium palustre, Bidens cernuus.*

Aux éléments de constance et d'exclusivité variables, énumérés dans la liste générale de l'association, s'ajoutent un nombre important d'éléments accessoires et accidentels émigrés des groupements contigus (Scirpaie, associations rudérales des quais, cultures maraîchères, pelouses à Graminées des berges) ou amenés par le courant et le trafic de batellerie. Il faut citer surtout des rudérales comme *Chenopodium glaucum, Ch. polyspermum, Rumex conglomeratus, R. obtusifolius, Senebiera Coronopus, Sisymbrium officinale læve, Melilotus altissima Solanum miniatum, S. nigrum, Artemisia vulgaris, Lappa major, L. minor, L. tomentosa, Matricaria discoidea ;* des plantes échappées de cultures ou de jardins telles *Malva crispa, Althæa officinalis, Solidago glabra, S. canadensis, Lycopersicum esculentum* et des espèces introduites qui ne persistent pas, ainsi *Glaucium flavum, Polypogon monspeliensis.* On passe ainsi facilement aux groupements rudéraux proprement dits qui seront analysés plus loin.

Des trois espèces dominantes, *Polygonum lapathifolium*, *Bidens tripartitus* et *Brassica nigra*, c'est celle-ci qui joue le rôle essentiel par son importance physionomique ; elle forme des peuplements étendus, parfois purs et sa floraison tardive (maximum en août) impose aux rives un aspect saisonnier très particulier.

Comme les deux autres espèces citées ci-dessus, elle se présente en individus très robustes, pouvant atteindre jusqu'à 2 m. 50 de haut.

Au point de vue des formes biologiques, le caractère essentiel du groupement est la proportion élevée des Thérophytes (env. 75 %).

Il faut remarquer que toutes ces plantes germent au printemps et c'est là un caractère biologique général, commun à un autre groupement que nous étudierons ultérieurement, l'association à *Cicendia filiformis* et *Stereodon arcuatus*, si répandue dans les chemins argileux des plateaux meuliers.

Les conditions écologiques qui régissent chacun de ces groupements sont toutefois loin d'être comparables ; si, dans les deux stations, le dessèchement estival amène des variations importantes dans la concentration saline du substratum, il faut remarquer que les vases fluviatiles sont imbibées d'une eau fortement minéralisée alors que l'argile à meulière ne reçoit que les eaux météoriques. La présence sur ce dernier substratum de « calcifuges » telles que *Sphagnum Gravetii*, *Radiola linoides*, *Cicendia filiformis* et l'absence normale de rudérales reflète bien ces différences écologiques.

Pour employer le langage de Gola [121], il s'agit dans les deux cas de terrains *anastatiques*, c'est-à-dire dont la concentration saline varie d'une saison à l'autre, mais alors que les vases fluviatiles sont riches en substances solubles, sont *haloïdes*, l'argile à meulière constitue un substratum *géloïde*, les sels minéraux solubles y restant toujours en faible quantité.

3. — Saussaie.

Çà et là, sur la bande littorale, les Saules forment des peuplements, localement très denses et assez étendus ; *Salix alba* est surtout fréquent avec *Salix purpurea* et *S. viminalis* tandis que *Salix cinerea* et *S. capræa* sont moins répandus. Ces espèces s'hybrident facilement et les types spécifiques purs sont rares.

L'Aulne, le Peuplier noir, le Frêne, l'Orme et le Tremble se rencontrent aussi, en individus isolés.

Ces saussaies, qui ne comportent aucun élément spécial, représentent un groupement très hétérogène; on y observe avec des éléments de l'association à *Bidens tripartitus*, plusieurs espèces comme *Humulus Lupulus*, *Rubus cæsius*, *Calystegia sepium*, *Deschampsia cespitosa* qui établissent les affinités avec l'Aulnaie. L'*Urtica dioica* (souvent parasité par *Cuscuta europæa*) est localement dominant et forme des fourrés impénétrables.

Les sables et graviers dragués et déposés le long des berges sont rapidement colonisés par les Saules ; c'est un des cas les plus typiques de peuplement de sols nouveaux. Voici, à titre d'exemple, quelques observations faites sur des sables déposés en aval du barrage de Méricourt.

Dès la première année après le dépôt des sables, de nombreuses plantules de Saules se sont développées, concurrencées par des Thérophytes ; parmi celles-ci, *Erigeron canadensis*, *Phleum arenarium*, *Polygonum lapathifolium*, *Erysimum cheiranthoides*, *Brassica nigra* sont très abondantes, *Rumex maritimus*, *Crypsis alopecuroides*, *Xanthium Strumarium*, rares. *Bryum argenteum* et *Funaria hygrometrica* forment des petites colonies éparses. On reconnaît ici un individu de l'association à *Bidens tripartitus* et *Brassica nigra*.

Au bout de trois ans, les Saules sont devenus de petits arbustes, les Thérophytes ont disparu pour la plupart ou n'apparaissent qu'en individus isolés ou en petits groupes : *Brassica nigra*, seule, a gardé une importance notable. Par contre, d'autres éléments ont fait leur apparition, *Urtica dioica*, déjà dominant, *Artemisia vulgaris*, *Symphytum officinale*, *Lappa major*, *Humulus Lupulus*; sur le sol, *Eurhynchium prælongum* abonde.

Sur des sables déposés depuis 10 ans environ, les Saules forment des buissons denses où l'intensité lumineuse s'affaiblit et où les Thérophytes estivales de l'association à *Bidens* se sont raréfiées ; les lianes ont pris un développement considérable ainsi que *Urtica dioica*, *Rubus cæsius* et des Hélophytes à grande plasticité écologique comme *Phalaris aundinacea*, *Stachys palustris*. Deux éléments caractéristiques de l'Aulnaie et sciaphiles typiques, *Cardamine Impatiens* et *Agropyrum caninum*, sont même représentés par quelques pieds. Il s'agit ici d'un fragment de l'Aulnaie.

L'intervention destructrice des Saules vis-à-vis de l'association

Bidens tripartitus ressort bien de la comparaison de ces trois relevés ; mais comme ces Saules sont souvent coupés à courte révolution, les deux groupements se reconstituent alternativement.

4. — Physiographie des rives fluviales et ceintures de végétation.

La Saussaie représentant le dernier groupement lié directement aux grands cours d'eau, on peut résumer dès maintenant les rapports généraux entre la topographie des rives et la disposition des associations.

La disposition des groupements aquatiques en zones, ou mieux, en ceintures parallèles est un fait constant aussi bien dans les bassins fermés qu'au long des cours d'eau.

Comme l'ont montré les recherches classiques de Magnin (168), la répartition générale des ceintures de végétation dans une masse d'eau est directement liée à la profondeur, fait que l'on peut facilement vérifier dans les bras morts de la Seine ou dans les rares étangs de notre territoire.

Dans un bras mort de profondeur moyenne, on peut distinguer :

1. Une ceinture d'hydrophytes submergées et flottantes (association à *Limnanthemum*) qui localement se distribue en deux ceintures assez nettes, correspondant alors respectivement à la zone potamétifère et à la zone nupharétifère de Magnin; aux *submersed leaf association* et *floating-leaf association* des phytogéographes anglais.
2. Une ceinture d'Hélophytes (association à *Scirpus lacustris*) qui comprend les zones phragmititifère et caricitifère de Magnin, et est homologue du *reed swamp* des Anglais.
3. Une ceinture de Phanérophytes et de Thérophytes (association à *Bidens* et *Brassica* et Saussaie).

Dans les bras actifs, ces ceintures sont discontinues et localement interférées (Pl. 1).

Ici, c'est la topographie locale des rives qui règle l'extension et la juxtaposition des groupements.

On peut distinguer deux types principaux :

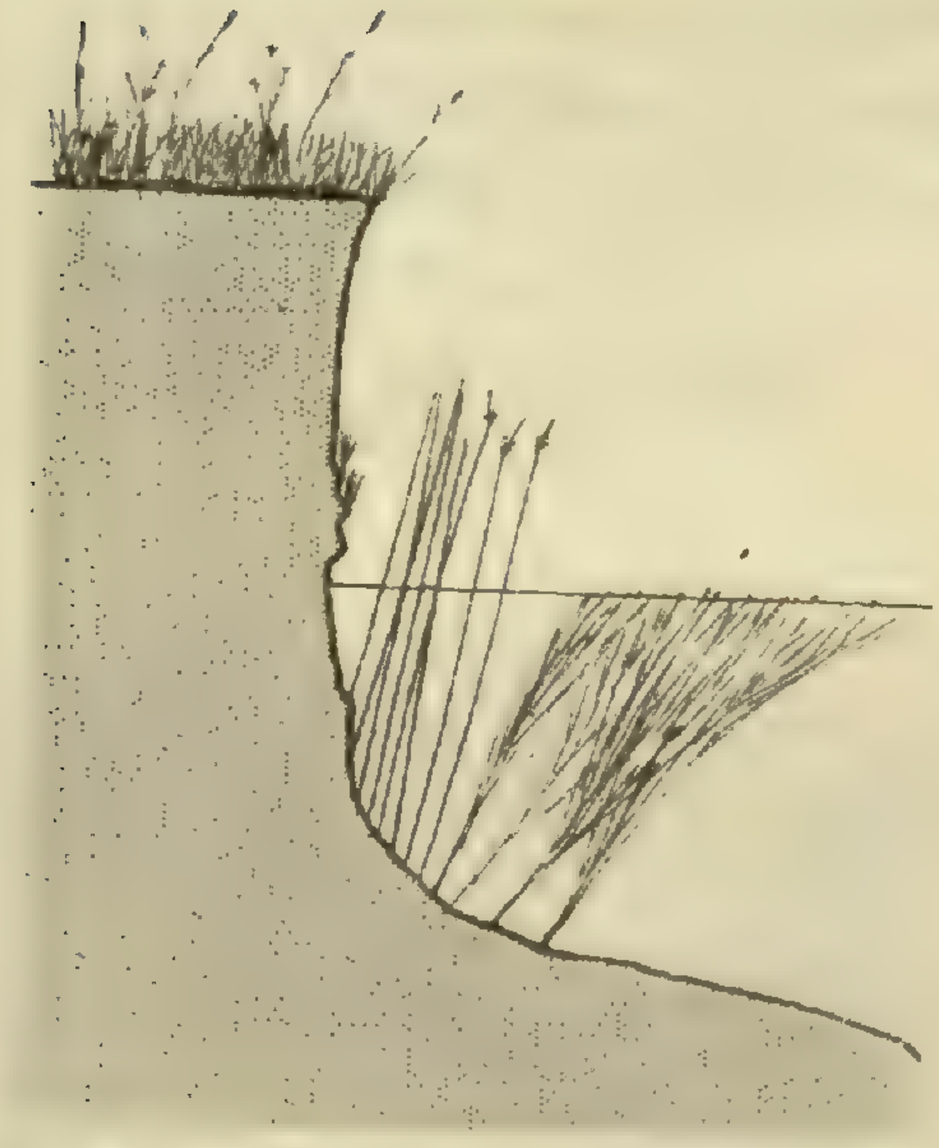


Fig. 20. — Type de rive d'érosion ; la ceinture d'Hydrophytes est peu développée et la ceinture d'Hélophytes est réduite à un étroit rideau. Sur la berge, pré mésoxérophile. (Berges de l'Oise, à Vincourt.)

1° Là où le courant est le plus fort, le long de la rive concave, la berge soumise à une forte érosion est à pic et forme un petit abrupt de 2 à 3 mètres de hauteur aux basses-eaux ; la végétation est réduite à la ceinture d'Hydrophytes et à un étroit rideau d'Hélophytes (fig. 20) dont l'extension en largeur est bientôt limitée par le courant et la profondeur de l'eau.

2° Sur la rive convexe, l'alluvionnement est intense au contraire, le terrain descend en pente adoucie jusqu'au fleuve et l'on observe alors toutes les ceintures énumérées ci-dessus (fig. 21) ; la Scirpaie et les asso-

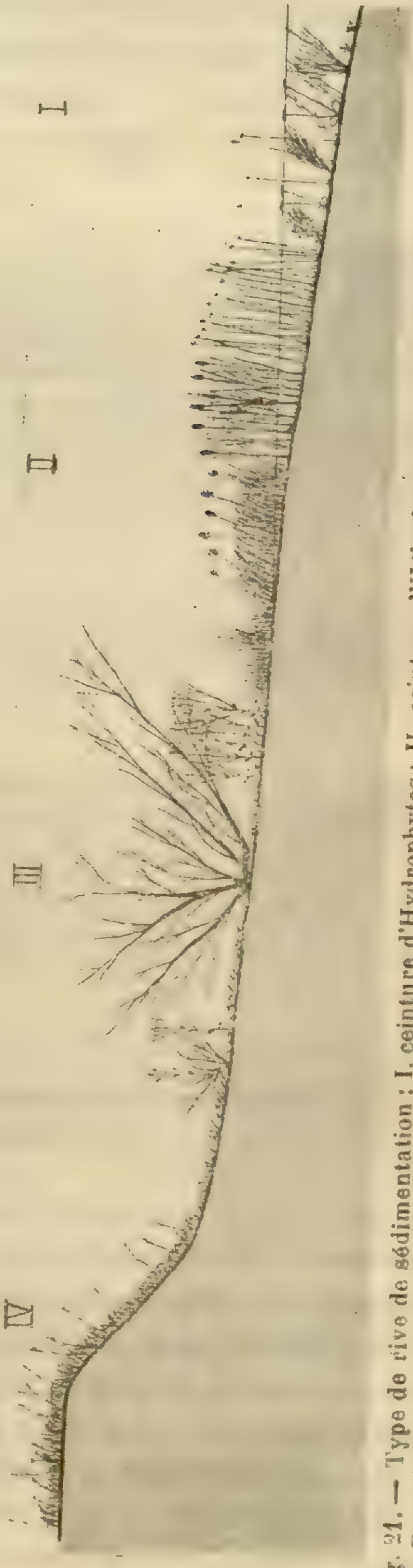


Fig. 21. — Type de rive de sédimentation ; I, ceinture d'Hydrophytes ; II, ceinture d'Hélophytes ; III, Saussaie et association à *Bidens* et *Brassica* ; IV, pré mésoxérophile. (Bords de la Seine à Sandrancourt.)

ciations de Thérophytes et de Phanérophytes prennent un grand développement et le passage s'établit graduellement aux groupements de Graminées qui marquent la limite des crues normales.

Fig. 22. — Type de rive mixte montrant la réduction des diverses ceintures de végétation. (Bords de la Seine à Juziers.)

Des cas intermédiaires entre les deux types de rives s'observent souvent, tel, par exemple, celui où la plateforme exondée aux basses-eaux reste étroite (fig. 22).

5. — Evolution des groupements aquatiques et littoraux des grands cours d'eau.

La disposition des groupements aquatiques en ceintures exprime également leur succession dans le temps ; comme le dit si bien Clements, « la zonation est l'epitome de la succession » (66, p. 111).

C'est dans les bras morts de la Seine que l'on peut reconstituer le mieux toute la série, en comparant des stades de plus en plus anciens.

Tant que le courant reste assez fort, la surface aquatique libre de végétation vasculaire occupe toute la partie centrale, les Hélophytes et les Hydrophytes flottantes restent confinés sur les bords.

A mesure que la profondeur diminue, par sédimentation mixte organique et inorganique, la ceinture d'Hélophytes s'élargit et se soude sur ses bords internes, restreignant peu à peu le domaine des Hydrophytes et du plancton ; c'est à ce stade qu'on observe souvent des « mictium » des deux associations principales (assoc. à *Limnanthemum* et Scirpaie, *open reed-swamp* des phytogéographes anglais).

Dès que la surface aquatique libre est ainsi envahie par des grandes Hélophytes, le courant s'affaiblit et lors des crues hivernales et printanières, les particules argilo-sableuses fines retenues par les débris végétaux se déposent sur place : il n'y a jamais formation de tourbe.

Ce stade à Hélophytes dominantes s'observe d'une manière typique dans certains bras morts entre Dennemont et Guernes pl. 2

L'exhaussement se poursuivant, l'assèchement estival s'accentue. Des Saules et les Aulnes peuvent s'introduire dans la Scirpaie : on constate alors des taillis marécageux stratifiés où les grandes Hélophytes ne fleurissent plus et se raréfient graduellement avec la diminution de l'éclairement.

A ce stade, on a une variété rudérale de l'Aulnaie de vallées où des éléments caractéristiques tels que *Carex remota*, *Festuca gigantea*, *Agropyrum caninum*, *Cardamine Impatiens*, voisinent avec des espèces rudérales comme *Lappa major* ou subrudérales comme *Urtica dioica* ou *Geum urbanum* : sur le sol, une strate discontinue de Mousses diminue l'évaporation.

C'est le stade terminal déjà signalé plus haut au sujet du peuplement des sables dragués.

Dans notre territoire, ce groupement représente le terme final de la série : sans l'intervention de l'homme, l'association climatique (Chênaie à *Quercus pedunculata*) se développerait consécutivement comme on l'observe en quelques rares localités des vallées secondaires.

Mais les arbres sont abattus ou étêtés et des stades régressifs apparaissent déterminés par la brusque augmentation de l'intensité lumineuse : les Hélophytes demeurées à l'état végétatif se multiplient et fleurissent de nouveau et les Thérophytes colonisent les espaces libres.

Voici un relevé se rapportant à un stade de ce type (taillis d'Aulnes

et de Saules abattus deux années auparavant, dans un fossé de l'île Belle, à Meulan.

Deschampsia cespitosa	r	*Sium latifolium*	rr
Glyceria aquatica	dt	*Convolvulus sepium*	pa
Typha latifolia	abt	*Symphytum officinale*	abt
Urtica dioica	pa	*Solanum Dulcamara*	r
Brassica nigra	abt	*Scrofularia nodosa*	r
Humulus Lupulus	r	*Galium Aparine*	pa
Lythrum Salicaria	r	*Lappa major*	pa
Heracleum Sphondylium	rr	*Artemisia vulgaris*	r

On peut schématiser de la façon suivante la succession esquissée ci-dessus :

Stade à Hydrophytes (et Plancton) et Hélophytes marginales

↓

Stade à Hélophytes dominantes (Scirpaie)

↓

Stade à Phanérophytes avec strates d'Hémicryptophytes mésophiles (Aulnaie de vallées) et de Muscinées.

C'est l' « hydrach succession » des géobotanistes américains, c'est-à-dire une série qui, débutant par un groupement aquatique, se termine par une association mésophile.

Des séries analogues s'observent le long des grands fleuves d'Europe ; suivant la régularité plus ou moins grande du régime des eaux, les successions ont une complexité variable [218].

Des exemples de succession comparable se retrouvent aussi dans de petites masses aquatiques [172].

6. — ASSOCIATIONS DES TOURBIÈRES A HYPNACÉES (1)

Les conditions nécessaires à l'existence de ce type de tourbière se trouvent réalisées, actuellement encore, sur le fond plat des

(1 Différents noms ont été donnés à ce type de tourbière : tourbière basse, t. infraaquatique, t. calcaire, t plate, bas-marais, [118] qui rappellent surtout des traits physiographiques ou édaphiques d'une constance discutable. Le grand nombre d'Hypnacées dont beaucoup sont exclusives justifie une dénomination basée sur un caractère floristique essentiel ; il en est de même pour le terme de tourbière à Sphaignes.

petites vallées secondaires entre le cours d'eau médian, rû ou petite rivière, et la base des côteaux ; la présence d'une nappe d'eau tellurique, limpide, riche en sels minéraux (carbonate de Ca principalement) et à circulation lente, y favorise la formation et l'accumulation de tourbe.

Les aires tourbeuses, qui devaient occuper primitivement, avec les bois marécageux, tout le fond de ces vallées ont été réduites à de faibles surfaces par le drainage, la transformation en prairies ou la plantation d'arbres (trembles). Actuellement, ces parties tourbeuses n'existent que dans la vallée du Sausseron, aux sources (tourbière d'Arronville) et çà et là en aval (Vallangoujard, Nesles) ; dans la vallée de la Viosne entre Chars et Us ; dans la vallée de la Troesne, près de Fay-les-Etangs.

Dans les vallées de l'Epte, du Réveillon, du Montcient, on observe également des taches de végétation où beaucoup d'espèces des associations de tourbière sont mêlées à des éléments mésophiles des prairies voisines : ce sont des prairies à Cypéracées et à Joncacées établies sur sol mouillé, mal aéré, à couche tourbeuse mince. Enfin, on peut rattacher directement au type de tourbière à Hypnacées du fond des vallées, les petits marécages tourbeux de pente qui se forment au niveau aquifère de l'argile plastique et, plus rarement, au niveau des marnes du gypse.

En tant qu'ensemble topographique, la tourbière à Hypnacées comporte des stations très différentes depuis les fossés toujours inondés jusqu'aux prés tourbeux à assèchement estival prolongé où la nappe aquatique n'est visible qu'en hiver et au printemps ; entre l'association à *Potamogeton coloratus* qui colonise les premiers et les peuplements de *Molinia caerulea* qui dominent les seconds, on observe une série continue.

Localement enfin, la végétation arbustive s'installe dans la tourbière et forme des taillis tourbeux (Pl. 4, phot. I) de caractère mixte.

L'association à *Potamogeton coloratus* et l'association à *Cladium Mariscus* ont été précédemment étudiées ; les groupements développés sur la tourbe même et non aquatiques seront analysés ici.

On peut distinguer :

1. l'association à *Schœnus nigricans* et *Juncus obtusiflorus* ;

2. l'association à *Molinia cærulea*, groupement secondaire, transitoire ;
3. le taillis tourbeux à *Rhamnus Frangula* et *Polystichum Thelypteris* qui représente ici un complexe d'associations ;
4. les prairies marécageuses acides à Cypéracées et Joncacées.

1. – Association à *Schœnus nigricans* et *Juncus obtusiflorus*.

C'est dans les tourbières des vallées que cette association présente sa plénitude floristique et qu'elle offre les types les plus purs. Elle occupe les dépressions où la nappe aquatique s'élève au maximum à 20-25 cm. (en hiver) au dessus du substratum tourbeux ; en été, ces dépressions sont simplement mouillées.

Comme on le voit d'après le tableau VIII, c'est une association bien individualisée par un nombre important de caractéristiques dont le degré de fidélité se maintient, pour une bonne partie d'entre elles, en dehors du Bassin de Paris ; l'importance des constantes décèle, en outre, un groupement homogène.

Dans les petits marécages tourbeux de pentes, l'association s'appauvrit beaucoup en éléments caractéristiques et comme elle occupe des aires très réduites, cernées par des associations différentes, son individualité s'estompe et sa distinction devient difficile.

Les trois relevés suivants se rapportent à des individus relativement bien caractérisés de cette variété de l'association :

1. Rueil près Serainecourt, petit marécage à tuf sur l'argile plastique : *Thuidium Philiberti*, *Cratoneuron commutatum*, *Ctenidium molluscum*, *Equisetum maximum*, *Molinia cærulea*, *Phragmites communis*, *Carex panicea*, *C. Mairii*, *C. glauca*, *C. acutiformis*, *Juncus obtusiflorus*, *Potentilla Tormentilla*, *Tetragonolobus siliquosus*, *Linum catharticum*, *Rhamnus Frangula*, *Selinum Carvifolia*, *Silaus pratensis*, *Œnanthe Lachenalii*, *Samolus Valerandi*, *Mentha aquatica*, *Scabiosa Succisa*, *Scorzonera humilis*, *Cirsium oleraceum*.
2. Le Coudray, près Follainville : *Aneura multifida*, *Fissidens adiantoides*, *Mnium affine Seligeri*, *Drepanocladus intermedius*, *Acrocladium cuspidatum*, *Ophioglossum vulgatum*, *Equisetum palustre*, *Calamagrotis Epigeios*, *Phragmites communis*, *Molinia cærulea* dt *Carex acutiformis*, *Juncus obtusiflorus C. panicea*, *C. flava*, *C. Mairii*, *Eriophorum latifolium*, *Scirpus compressus*, *Epipactis palustris*, *Orchis odoratissima*, *O. viridis*, *O. incarnata*, *Parnassia palustris*, *Potentilla Tormentilla*, *Rhamnus Frangula*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Selinum Carvifolia*, *Samolus Valerandi*, *Anagallis tenella*, *Pinguicula vulgaris*, *Valeriana dioica*, *Scabiosa Succisa*, *Taraxacum palustre*, *Scorzonera humilis*.
3. Fremainville, petit marais en bordure du bois de la Grue : *Aneura pinguis*, *Bryum ventricosum*, *Campylium stellatum*, *Polystichum Thelypteris*,

Tableau VIII

ASSOCIATION A *SCHŒNUS NIGRICANS* *ET JUNCUS OBTUSIFLORUS*

[Les 9 relevés suivants proviennent des localités suivantes : Arronville 1-4, Nesles-la-Vallée (5), Fay-les-Etangs (6 et 7), Moussy (8), Santeuil 9].

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EXCLUSIVES									
	Preissia commutata	abt	..	..	..	..	..	..	..	..
	Campylium helodes	..	..	..	..	..	rr	..	..	..
	Stereodon pratensis	..	..	..	..	..	..	..	r	..
H (1)	**Schœnus nigricans**	**cdt**	**dt**	**cdt**	pa	abt	..	r	r	pa
Grh	*Carex teretiuscula*	..	..	..	r	..	r	..	..	..
H	*C. Mairii*	..	..	..	..	rr	..	..	r	..
H	*C. fulva*	..	..	r	..	..	r	r	..	r
H	*Liparis Loeselii*	r	rr	..	..	..	..	..	rr	..
H	*Drosera longifolia*	..	rr	..	..	..	rr	rr	rr	r
	ÉLECTIVES									
	Philonotis calcarea	..	..	rr	..	..	..	rr	..	r
	Mnium affine Seligeri	r	..	..	abt	..	ta	..	abt	pa
	Drepanocladus intermedius	abt	ta	..	r	pa	r	abt	pa	r
	Campylium polygamum	..	..	..	..	..	rr	..	..	..
	Camptothecium nitens	..	..	..	..	r	..	..	..	abt
Grh	**Juncus obtusiflorus**	**cdt**	abt	**cdt**	**cdt**	**cdt**	ta	**dt**	**cdt**	**cdt**
Grh	**Epipactis palustris**	pa	abt	pa	r	pa	..	r	..	r
H	**Anagallis tenella**	r	r	pa	..	..	abt	..	..	pa
H	**Selinum Carvifolia**	..	..	rr	..	..	r	rr	..	r
H	**Œnanthe Lachenalii**	rr	..	..	abt	r	..	r	pa	r
H	**Pinguicula vulgaris**	rr	r	rr	..	r	..	rr	..	r
H^2	*Pedicularis palustris*	pa	..	pa	..	..	pa	..	..	..
	PRÉFÉRANTES									
	Bryum ventricosum	..	..	..	pa	..	..	pa	r	r
	Campylium stellatum	rr	..	..	..	..	..	rr	..	..
	Polystichum Thelypteris	..	rr	..	..	..	abt	..	r	..
H	*Triglochin palustre*	..	..	r	r	pa	r	..	..	..
H	**Carex flava**	..	r	..	..	r	..	r	rr	r
H	*Scirpus pauciflorus*	r	..	..	rr	rr	..	..	..	..
Grh	**Eriophorum latifolium**	abt	r	rr	..	..	r	..	..	rr
Gtb	*Spiranthes estivalis*	..	pa	r	..	..	..	..	..	..
Gtb	*Orchis conopea*	..	..	..	..	r (a)	r	..	rr	pa
H	**Parnassia palustris**	..	pa	..	..	r	..	pa	pa	pa
H	*Epilobium palustre*	rr	..	..	..	..	r	.	..	..
H	*Samolus Valerandi*	..	..	..	r	..	..	..	..	r
H	*Cirsium anglicum*	..	..	rr	..	..	..	r	..	..

(1) Pour les abbréviations des types biologiques, cf. note 1, page 635.

(a) Var. *densiflora*.

TABLEAU VIII *(suite)*

	ACCESSOIRES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aneura pinguis	..	r	r	..	r	..	r	r	..
	A. multifida	r	..	..	r	..	..	..	.	r
	Aulacomnium palustre	..	..	..	..	..	..	..	rr	..
	Fissidens adiantoides	r	..	..	pa	r	r	pa	r	r
	Campylium protensum	..	abt	..	..	r	..	r	pa	..
	Acrocladium cuspidatum	..	..	pa	ta	pa	abt	pa	r	pa
	Ctenidium molluscum	..	..	r	..	..	..	..	..	rr
Grh	*Ophioglossum vulgatum*	..	..	rr	..	..	..	..	..	rr
H	**Molinia cærulea**	pa	r	abt	abt	**cdt**	**dt**	abt	**cdt**	**cdt**
Grh	**Phragmites communis**	abt	r	abt	**cdt**	ta	abt	pa	abt	abt
Grh	**Carex panicea**	..	pa	r	rr	r	..	r	pa	r
Grh	**Cladium Mariscus**	pa	ta	r	..	pa	ta	..	pa	pa
H	*Drosera rotundifolia*	..	..	..	..	..	..	..	r₁ (a)	..
H	**Potentilla Tormentilla**	r	pa	abt	ta	..	ta	abt	abt	abt
Ph	**Rhamnus Frangula**	..	rr	..	..	r	pa	r	pa	r
H	**Hydrocotyle vulgaris**	r	pa	pa	abt	..	..	pa	r	..
H²	**Angelica silvestris**	r	..	rr	..	..	pa	..	r	r
H	**Lysimachia vulgaris**	..	pa	r	..	r	abt	r	..	..
Grh	**Menyanthes trifoliata**	rr	..	..	abt	..	r	..	r	..
H	**Valeriana dioica**	..	..	rr	pa	abt	pa	..	r	..
H	**Mentha aquatica**	..	r	rr	pa	..	abt	pa	..	r
H	**Galium uliginosum**	..	..	pa	r	..	r	pa	r	rr
H	*Scabiosa Succisa*	..	..	..	..	r	..	..	pa	abt
H	*Scorzonera humilis*	..	..	..	r	..	..	..	..	..

(a) avec *D. obovata* qui est peut-être un hybride des *D. longifolia* et *rotundifolia*

Phragmites communis, Molinia cærulea dt. *Schœnus nigricans* rr, *Eriophorum angustifolium, Carex panicea, C. disticha, C. flava, Juncus glaucus, Epipactis palustris, Potentilla Tormentilla, Linum catharticum, Rhamnus Frangula Hydrocotyle* **vulgaris, Anagallis tenella,** *Lysimachia vulgaris Mentha aquatica, Scabiosa Succisa, Cirsium palustre.*

Parmi les espèces présentes ici et qui manquent aux relevés du type quelques unes sont caractéristiques de l'association et doivent s'ajouter à la liste générale :

Grh *Scirpus compressus*
Grh *Carex disticha*
Gtb *Orchis incarnata*
Gtb *Orchis odoratissima*
H *Taraxacum palustre*

La dominance locale fréquente de *Juncus obtusiflorus*, plus rare de *Schœnus nigricans*, détermine des faciès bien tranchés dans le type des vallées. Lorsque le premier domine, l'association prend dès le printemps une coloration vert gai qui se panache de jaune

pâle lors du développement des inflorescences ; à l'automne, le Jonc prend une teinte rousse qui décèle de loin ses peuplements étendus.

Le Choin, au contraire, garde toute l'année une teinte terne, gris-verdâtre, qui s'anime à peine au printemps ; les feuilles et hampes désséchées persistent plusieurs années, dissimulant les nouvelles feuilles.

Le *Molinia cærulea* qui, dans les parties plus sèches de la tourbière, devient dominante exclusive, prend déjà ici une part importante dans les aspects saisonniers du *Schœnetum* par ses inflorescences violacées

Dans son ensemble, d'ailleurs, l'association est peu variée au point de vue floral, la plupart des espèces à inflorescences vivement colorées étant trop disséminées ou trop basses pour modifier la tonalité générale ; seules, *Lysimachia vulgaris*, *Scabiosa Succira* et les hautes Ombellifères animent çà et là les teintes mortes de l'ensemble.

L'association à *Schœnus* est un bon exemple d'association herbacée stratifiée (246) ; sur la tourbe même, à ras du sol, une couverture muscinale, localement continue, constitue une première strate où sont disséminées les petites plantes basses comme : *Liparis Loeselii*, *Anagallis tenella*, *Pinguicula vulgaris*, *Hydrocotyle*, les *Drosera* ; au dessus, les espèces à tiges plus élevées, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, les *Carex*, forment avec *Schœnus* et *Juncus obtusiflorus* une strate moyenne. Enfin, dominant l'ensemble, les chaumes du *Phragmites* et les longues feuilles du *Cladium* composent avec les hautes herbes à inflorescence élevée telles *Selinum carvifolia*, *Lysimachia vulgaris*, une troisième strate, beaucoup moins dense que les précédentes.

Çà et là, des pieds isolés de *Rhamnus Frangula* rompent l'uniformité de l'association.

Le spectre biologique comprend presqu'uniquement des Hémicryptophytes (27, soit 65 0/0) et des Cryptophytes-Géophytes (13, soit 34 0/0) ; parmi celles-ci, les espèces à rhizôme sont en majorité.

Parmi les Hémicryptophytes, les plantes cespiteuses et rosettées dominent ; deux seulement sont bisannuelles, *Pedicularis palustris* et *Angelica silvestris*. La première est très sporadique, la seconde qui germe facilement et développe bien sa rosette de première année, fleurit assez rarement ; des relevés statistiques effectués deux années de suite sur une même aire, parmi un peuplement serré de

Schœnus, m'ont révélé ce fait sans qu'une explication sûre en puisse être donnée.

L'assimilation est interrompue en hiver chez la plupart des Cryptophytes, *Cladium* excepté; parmi les Hémicryptophytes, la plupart des rosettées conservent des feuilles vertes pendant la mauvaise saison.

Les insectes pollinisateurs sont rares dans la tourbière à Hypnacées; plus de la moitié des espèces sont anémophiles et la plupart des petites plantes basses sont autogames (*Anagallis tenella*, *Drosera*, *Hydrocotyle*).

La dissémination se fait surtout par le vent, de proche en proche, mais la propagation végétative joue le rôle essentiel comme il ressort de la rareté des plantules de beaucoup d'espèces.

Enfin, un certain nombre d'espèces possèdent des particularités biologiques remarquables telle la présence de mycorhizes. A ce sujet, on peut signaler l'invalidité d'un des caractères donnés par Warming comme distinctifs entre les deux types de tourbières, la tourbière à Hypnacées (*low-moor*) et la tourbière à Sphaignes (*high-moor*), à savoir la rareté des plantes à mycorhizes dans celle-là et leur abondance dans celle-ci. Ici, en dehors des Orchidées, de *Parnassia*, de *Pinguicula*, on peut encore citer comme plantes à mycorhizes, *Preissia commutata*, les *Aneura*, *Ophioglossum vulgatum*.

Il faut signaler aussi, une fois pour toutes, les caractères de xéromorphie présentés par plusieurs des associés du *Schœnus* : grand développement du tissu scléreux (d'où rigidité et position verticale des feuilles), réduction de la surface foliaire, épaississement des parois épidermiques externes, etc... Mais chez un grand nombre d'espèces qui végètent également ici, en milieu « physiologiquement sec », aucune morphose épharmonique n'intervient et ce sont peut-être des variations dans la pression osmotique cellulaire qui ont alors un rôle régulateur dans la transpiration.

Dans le bassin de Paris, l'association à *Schœnus nigricans* et *Juncus obtusiflorus* se retrouve avec la plupart des éléments énumérés ici; de bons types de *Schœnetum* s'observent ainsi à Chantilly! à Malesherbes (Loiret), à Belloy! (Oise) et dans la vallée de l'Oureq (avec *Carex Davalliana*, *Swertia perennis* et *Polygala amara*), dans les tourbières de Champagne (161) et de la Côte-d'Or, dans les marécages calcaires de la plaine de Caen.

En Angleterre, l'association est répandue dans les « fens » de l'Ouest [223] et on la rencontre en Belgique dans le district jurassique [233], dans des petits marécages à tuf comparables à ceux signalés plus haut ; le « calcareous bog » décrit à l'île de Gothland correspond au même type [128].

Dans les montagnes calcaires de l'Europe centrale, les groupements désignés sous les noms de *Molinietum* et de *Parvocaricetum* présentent des analogies frappantes avec notre association qui apparaît comme une « race » de plaine de ces groupements.

Voici, par exemple, un relevé provenant de pentes mouilleuses calcaires, au-dessus de Lanslebourg (Hte-Savoie), vers 1480 m. d'alt.

* *Equisetum palustre*	* *Eriophorum latifolium*
Selaginella spinulosa	*Schœnus ferrugineus*
* *Triglochin palustre*	*Juncus alpinus*
* *Molinia cærulea*	*Tofieldia calyculata*
* *Briza media*	* *Orchis conopea*
* *Scirpus compressus*	* *Parnassia palustris*
* *S. pauciflorus*	*Potentilla Tormentilla*
Carex Davalliana	*Trifolium badium*
* *C. fulva*	*Primula farinosa*
* *C. glauca*	* *Swertia perennis*
* *C. panicea*	*Bartsia alpina*
* *C. flava*	* *Pinguicula vulgaris*

Sur 24 espèces, 10 (marquées d'un astérisque) se retrouvent dans les relevés de notre territoire, ce qui correspond à une similitude sociologique considérable, eu égard à la différence des conditions climatiques.

Le « limestone swamp », les « wet calcareous flushes » des auteurs anglais [177, 80], les *Sesleria* - Wiesen [132] se rattachent à ce type ; enfin, dans les Quellmoore des auteurs de langue allemande, on retrouve le même groupement.

Parmi les espèces exclusives de l'association à *Schœnus* telle qu'elle est constituée dans les limites de ce territoire, plusieurs n'ont qu'une fidélité assez locale : *Schœnus nigricans* existe aussi dans les bruyères tourbeuses, en Angleterre, par exemple [223], *Anagallis tenella*, *Camptothecium nitens*, *Liparis Loeselii* se retrouvent aussi ailleurs dans des associations de tourbière à Sphaignes. Dans son ensemble toutefois, le *Schœnetum* correspond à un groupement bien individualisé et de valeur synécologique indiscutable.

2. — Association à *Molinia cærulea*.

Alors que l'association à *Schœnus* occupe typiquement les dépressions toujours mouillées, inondées en hiver, la Moliniaie se localise dans les parties de la tourbière à Hypnacées situées à un niveau plus élevé et, par suite, plus sec.

D'ailleurs, ce groupement est le plus souvent consécutif au *Schœnetum*, soit naturellement par accumulation de tourbe, soit artificiellement par drainage.

Constant et parfois codominant dans l'association à *Schœnus*, le *Molinia* devient ici dominant absolu ; la plupart des éléments caractéristiques du *Schœnetum* disparaissent, des espèces rares ou nulles dans ce dernier groupement s'introduisent ici et plusieurs d'entre eux deviennent même abondants.

Les petites espèces qui prospéraient entre les touffes de *Schœnus* se sont effacées et la couverture muscinale manque parfois entièrement ; la strate basse si caractéristique du *Schœnetum* est détruite par les touffes serrées de *Molinia* dont les feuilles s'affaissent et forment un feutrage très dense.

Lorsque la Moliniaie est fauchée ou incendiée, certains éléments caractéristiques du *Schœnetum*, restés à l'état végétatif, reprennent une vigueur nouvelle et on observe alors des stades régressifs très nets, mais de courte durée, car *Molinia* ne tarde pas à reprendre sa dominance ; d'ailleurs, quelques mois après les incendies, on voit déjà de nombreuses pousses vertes qui sortent des souches à demi carbonisées.

Deux espèces seulement absentes de l'association à *Schœnus* ont été observées dans la Moliniaie typique ; ce sont *Gentiana Pneumonanthe* et *Inula salicina*, plantes très rares d'ailleurs (Nesles-la-Vallée et Santeuil) qui se trouvent aussi, cette dernière dans les prés marneux secs et toutes deux dans la Moliniaie consécutive à la bruyère spongieuse à *Erica Tetralix*.

(A suivre)

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919

Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

La flore du bassin houiller d'Ingleton, au Nord-Ouest du Yorkshire, est peu connue. On doit à Newell Arber une communication sur une liste d'empreintes houillères, recueillies surtout au puits de Newfield, à Ingleton, et conservées au musée Sedgwick de Cambridge (1). La flore est nettement caractéristique des *Middle Coal Measures*, comme le démontre la présence de certaines espèces, telles que le *Dictyopteris sub-Brongniarti*, l'*Alethopteris Davreuxi*. Ce bassin houiller d'Ingleton paraît se rattacher étroitement au bassin houiller du Yorkshire.

Ce grand bassin houiller du Yorkshire est célèbre en paléobotanique par les travaux de Binney, de Williamson, de M. Scott et d'autres savants sur les végétaux à structure conservée qu'on a découverts, près d'Halifax, dans les nodules calcareux du *Gannister* ou *Halifax Hard Coal*. Dans la région centrale, les empreintes de plantes houillères ont été examinées par M. R. Kidston qui, de 1890 à 1896, a fait paraître sur ce sujet plusieurs rapports ou mémoires. On possédait jusqu'ici peu de renseignements sur la partie méridionale qui s'étend sur le Derbyshire et le Nottinghamshire. MM. Gib-

(1) E. A. Newell Arber : The fossil Flora of the Ingleton Coalfield (Yorkshire) (*Geological Magazine*, Déc. V, IX, n° 572, pp. 80-82 ; Febr. 1912).

son et Vernon (1) ont classé dans les *Lower Coal Measures* une épaisseur d'environ 250 mètres de terrain comprenant l'*Alton Coal*, qui n'est autre que le *Gannister Coal* de la région centrale.

N. Arber (2) a donné une contribution à l'étude du bassin du Yorkshire, région méridionale, en utilisant les documents amassés par le Dr Moysey (3). Dans les *Lower Coal Measures* il signale, entre autres fossiles, le *Nevropteris obliqua* et le *N. osmundæ* qu'on remarque dans les *Middle Coal Measures* (Yorkshire), le *Lepidodendron lycopodioïdes* et le *Sigillaria discophora*, mais les espèces caractéristiques, selon M. Kidston (4), des *Lower C. M.* ne sont pas encore signalées. La collection Moysey compte d'assez nombreuses empreintes des *Middle Coal Measures*, qui proviennent surtout de la région à l'Ouest et au Nord-Ouest de Nottingham. De l'horizon du *Top Hard Coal*, N. Arber cite *Annularia galioides*, *Calamocladus charæformis*, *Zeilleria avoldensis*, *Corynepteris coralloïdes*, *Sphenopteris (Eremopteris) Moyseyi* n. sp., espèces déjà connues d'ailleurs dans le Yorkshire, dans le *Barnsley thick coal* et à d'autres niveaux.

Sur la structure géologique du bassin houiller dans la région méridionale du Lancashire, M. Hickling (5) a publié une note : au Sud et au Sud-Ouest de Manchester existe une large surface de *Middle Coal Measures*, sous une couverture de terrains appartenant au Trias et au Permien.

M. R. Kidston (6) a terminé la troisième partie de son étude sur

(1) W. Gibson : The geology of the Southern part of the Derbyshire and Nottinghamshire Coalfield (*Mem. Geol. Survey, Explan. to Sheet*, CXXV, 1908, pp. 100, 183, 185, 186). — R. Vernon : The geology of the Lower Coal Measures of the Derbyshire and Nottinghamshire portion of the Yorkshire Coalfield (*Geol. Magazine*, VI, pp. 289-299, 3 text fig., 1909 — Report on the fossil fauna and flora of the Derbyshire and Nottinghamshire Coalfield (*Bristish Association*, 1910, p. 11).

(2) N. Arber : On the fossil flora of the Southern portion of the Yorkshire Coalfied in North Derbyshire and Nottinghamshire (*Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, XVII, pt. II, pp. 152–155; pl. XII-XIX; nov. 1910).

(3) Cf. N. Arber : Captain : Lewis Moysey (*Geol. Magazine*, Dec. VI, vol. V, n° 646, p. 190, 1918).

(4) R. Kidston : Vice President's Address (*Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh*, XII, pt. 2, p. 226, 1893) 1894.

(5) G. Hickling : The geological structure of the South Lancashire Coalfield (*Trans. Institut. Mining Engineers*, vol. L, pt. II., pp. 328–350, 1916).

(6) R. Kidston : On the fossil flora of the Staffordshire Coalfields Part III : The fossil flora of the Westphalian series of the South Staffordshire Coalfield. (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, L, pt. I, N° 5 ; pp. 73-190; pl. V-XVI ; 7 text-fig.; March 1914.)

la flore des bassins houillers du Staffordshire. On y trouve la description d'une flore Westphalienne typique provenant du houiller du Sud du Staffordshire. En tout 154 espèces, dont 20 nouvelles,ont été trouvées dans la *Westphalian series* de cette région. Plusieurs des espèces citées n'avaient pas encore été rencontrées en Angleterre : *Sphenopteris Schatzlariana* Stur (emend.), *Sph. Souichi* Zeiller, *Crossotheca Crepini* Zeiller, *Alethopteris integra* Gothan, *Huttonia spicata* Presl. sp. etc... Remarquons la rareté de certaines espèces (*Alethopteris valida, A. Serli, A. Grandini, A. integra, Lonchopteris rugosa, Nevropteris Grangeri, N. rarinervis* et *N. Schlehani*), mais la fréquence du *Nevropteris gigantea*, de l'*Alethopteris lonchitica* et des *Pecopteris plumosa* et *Miltoni*. On ne peut insister, pour l'instant, sur les importantes découvertes, dues principalement à M. H. W. Hugues, et qui ont été faites surtout à Coseley, près de Dudley : elles intéressent les *Lycopodinées* et surtout les *Ptéridospermées*.

Nous empruntons à Newell Arber le tableau suivant qui donne la succession des séries du Houiller dans le Staffordshire méridional et les horizons paléobotaniques qui leur correspondent, d'après cet auteur :

Houiller stérile	*Enville*.....	probablement *Stéphanien*.
Rouge.	*Keele*.....	*Upper Coal Measures*.
Houiller stérile	*Halesowen*....	*Transition series*.
Rouge-gris.	*Rey Clays*....	
Houiller productif.	*Grey Measures*.	*Middle Coal Measures*.

Dans les *Grey Measures*, N. Arber (1) a signalé quelques empreintes (*Calamites, Lepidostrobus*) à ajouter aux listes de M. Kidston. Le niveau immédiatement supérieur aux *Grey Measures*, la *Red Clay series* ou *Old Hill Marls*, avait fait l'objet, dès 1913, d'une communication spéciale du même paléobotaniste (2), à propos de

(1) E. A. Newell Arber On the fossil floras of the Coal Measures of South Staffordshire (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B., CCVIII, pp 127-155; pl. II-IV; 3 text-fig., June 1916). — The structure of the South Staffordshire Coalfield with special reference to the concealed areas and to the neighbouring fields (*Trans. Institut. Mining Engineers*, LII, pt. I, pp. 35-70; 1 fig.; July 1916).

(2) E. A. Newell Arber : On the discovery of fossil plants in the Old Hill Marls of the South Staffordshire Coalfield (*The geol. Magazine*, Dec. V, X, n° 587, pp. 215-216; May 1913).

plantes fossiles découvertes par M. Kay. M. Arber est revenu sur ce sujet en 1916 : l'horizon de la *Red Clay series* du Staffordshire méridional serait celui des *Transition Coal Measures*. Des 58 espèces que cite Arber, un bon nombre sont communes à cet horizon et aux *Middle C. M.*, mais d'autres, telles que *Annularia sphenophylloïdes* Zenk., *Alethopteris Serli*, *Pecopteris oreopteridia* Schl. sont plutôt caractéristiques des *Upper C. M.* que d'un horizon moins élevé.

Le Bassin houiller du Warwickshire est, parmi les bassins du Midland, le moins éloigné de Londres. Il a dans sa surface connue la forme générale d'un triangle dont les trois villes de Coventry, de Nuneaton et de Tamworth occuperaient les sommets. Le terrain carbonifère repose en discordance sur le Cambrien ridé. Les terrains permiens et triasiques recouvrent par places le carbonifère ; ils délimitent (et le contact est souvent marqué de failles) sur presque tout son pourtour la surface visible du houiller. On trouvera dans la monographie de M. R. D. Vernon (1) la description et la carte géologique du bassin du Warwickshire, comme aussi l'étude des principaux niveaux paléontologiques. Nous ne pouvons que donner les conclusions générales :

D'après M. Vernon les *Lower Coal Measures* n'ont pas été reconnus et sont même absents. La présence du *Lepidophloios laricinus* et du *Calamocladus charæformis*, dans les niveaux inférieurs du houiller productif indique, selon lui, que dès sa base ce houiller productif appartient aux *Middle Coal Measures*.

Ces formations des *Middle C. M.* sont constituées, sous une épaisseur de 120 à 215 mètres (l'épaisseur est maxima au Nord), de conglomérats de base, de schistes et de grès de couleur grise. M. Vernon note l'abondance du *Nevropteris gigantea* dans les couches supérieures et indique la présence du *Nevropteris Schlehani*, de *Zeilleria delicatula* et de *Sigillaria elongata*.

Les *argiles de Nuneaton* (marnes et argiles rouges et bariolées) sont peu fossilifères : on y trouve le *Cordaites principalis*. M. Vernon, se basant sur des arguments géologiques, les considère comme homotaxiques des *Etruria Marls* du Staffordshire septentrional. Le

(1) R. D. Vernon : Geology and Palæontology of the Warwickshire Coalfield (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXVIII, pp. 587-638; pl. LVII-LXI ; déc. 1912).
Cf. *id.* On the correlation of the Leicestershire Coalfield (*Brit. Assoc. Adv. Sc.*, Birmingham 1913, pp. 478-479).

groupe de Blackland du Staffordshire ferait défaut et ces argiles de Nuneaton indiqueraient les débuts de ces conditions continentales de dépôt qui ont persisté durant le *Permien* et le *Trias*.

Les grès d'*Haunchwood*, qui surmontent les argiles de Nuneaton, sont caractérisés par *Sphenophyllum emarginatum*. *Annularia stellata*, *Pecopteris Miltoni*, *Nevropteris Scheuchzeri*, *N. rarinervis*, *N. grata* et sont placés, de même que les argiles de Nuneaton, dans la *Transition series*.

L'abondance du *Pecopteris polymorpha*, la présence de *Walchia* caractérisent les *grès rouges et marnes de Keele* (*Upper Coal Measures*). La fréquence du *Walchia imbricata* distingue les grès permiens.

La question des relations du bassin Warwickshire avec les autres bassins houillers du Midland est discutée par M. Vernon. Il fait remarquer que du Nord au Sud, du Nottinghamshire au Warwickshire en passant par le Leicestershire, on constate une diminution progressive des diverses séries carbonifères, idée sur laquelle M. Boulton a insisté plus récemment (1). Dans une note générale sur les bassins houillers anglais il a fait voir l'importance de cette diminution vers le Sud du houiller du Midland. C'est dans le Nord du Staffordshire que le houiller atteint son maximum d'épaisseur, mais vers le bord Sud du grand bassin du Midland, dans le bassin houiller du Sud du Staffordshire, les *Middle C. M.* diminuent rapidement d'épaisseur et, soit dans ce dernier bassin, soit dans les bassins de Coalbrookdale et de Flint, les *Upper C. M.* reposent en transgression sur les *Middle C. M.* en parties érodés et même sur des formations antéhouillères.

Il existe une grande similitude des dépôts et des zones végétales dans le Warwickshire et le sud du Staffordshire.

Newel Arber (2) a souligné ces ressemblances, et par contre noté les caractères particuliers des bassins houillers qui sont en bordure du Pays de Galles et dans l'Ouest Midland. Il y a là une série de bassins houillers parallèles au cours de la Severn et situés en grande partie à l'Ouest de ce fleuve. Ce sont du Nord au Sud les

(1) W. S. Boulton : Address to the Geological Section (*Brit. Assoc. Adv, Sc.*, Newcastle on-Tyne, 1916. — *Geol. Mag.*, Dec. VI, III, N° 12, pp. 554-559, Dec. 1916).

(2) E. A. Newell Arber : The structure of the South Staffordshire Coalfield, with special reference to the concealed areas and to the neighbouring fields (*Transactions of the Institution of Mining Engineers*, LII, pt I, pp. 35-70; July 1916).

bassins de Schrewsbury, de Le Botwood, de Coalbrookdale, de la forêt de Wyre, de Newent dans le Gloucestershire, de la Forêt de Dean et de Bristol. Au Nord de Shrewsburg cette ligne de bassins houillers se continue par les bassins du Denbighshire et du Flintshire, situés en majeure partie à l'Ouest de la Dee. Quelques uns de ces bassins houillers ont fait l'objet de notes ou mémoires depuis 1910.

Le bassin houiller de la forêt de Wyre s'étend sur une partie du Shropshire, du Worcestershire et du Staffordshire, de Bridgnorth sur la Severn au Nord, jusqu'à Bewdley au Sud. Une récurrence du *Vieux grès rouge* le subdivise en deux régions au Sud Ouest de Bewdley : la région de la Vallée de Dowles à l'Ouest de Bewdley et la région de Mamble qui se retrécit vers le Sud et va butter contre le *Silurien* des collines d'Abberley. Le houiller du bassin de Wyre comprend : le Keele group (*Stéphanian*) ; le Sulphur Coal group (*Staffordian*); le Sweet Coal group (*Wesphalian*).

Les travaux de Newell Arber (1) et surtout l'importante monographie de M. R. Kidston (2) ont contribué à établir les divisions paléotobotaniques sur des bases solides. Il résulte des études de M. Kidston que le *Keele-group* (*Upper Coal-Measures*) n'est représenté, dans le bassin houiller de la forêt de Wyre, que par le *Sigillaria Brardi*, recueilli au Nord-Ouest d'Alveley (Shropshire). La *Staffordian Series* a fourni 31 espèces à M. Kidston et plusieurs de ces espèces (*Neuropteris tenuifolia* Schl., *N. Osmundæ*) sont du niveau des *Middle Coal Measures*, d'autres sont caractéristiques du *Radstockien*. Dès 1914, Newell Arber avait placé dans la *Staffordian Series* le groupe des *Sulfur Coals*. M. Kidston (1917) admet cette conclusion générale, mais précise l'âge exact qu'occupe, d'après lui, le groupe des Sulphur Coals dans la série staffordienne ; ce groupe est synchronique du *Newcastle group* du Nord du Staffordshire, et plus récent, dans la *série de Transition*, que ne l'admettait N. Arber.

Les résultats des études de N. Arber et de M. Kidston concordent relativement à l'âge du *Sweet Coal group* qu'ils rapportent aux

1) E. A. Newell Arber : On the fossil Floras of the Wyre Forest, with the reference to the geology of the Coalfield and its relationships to the neighbouring Coal measures areas (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Ser. B, CCIV, pp. 363-445 ; pl. XXVI-XXIV ; 1 map. ; march 1914).

2) R. Kidston, T. C. Cantrill and E. L. Dixon : The Forest of Wyre and the Titterstone Clee Hill Coalfields (*Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, LI, pt IV, pp. 999-1034 ; pl. I-V ; 6 text-fig. ; 1917).

Middle Coal Measures. De ce niveau N. Arber ne cite pas moins de 48 espèces dans la région de Highley ; d'une façon générale M Kidston énumère 93 espèces du *Sweet Coal group* et décrit en détail 12 espèces, dont une nouvelle forme de *Cingularia*.

Dans une note additionnelle à son mémoire (1917), M. Kidston a donné la liste des plantes d'un sondage (dit de Claverley), à 5 milles à l'Est de Bridgnorth (Shropshire). Sous la série correspondant aux *Middle Coal-Measures*, ce sondage a rencontré, avant d'atteindre le Silurien, une trentaine de mètres de terrain que M. Kidston range dans le *Lanarkien*, se basant surtout sur un caractère négatif (l'absence d'espèces caractéristiques des *Middle Coal Measures*). N. Arber rangeait au contraire les mêmes couches dans les *Middle Coal Measures*). La découverte de fossiles caractéristiques d'une série ou de l'autre pourra seule résoudre la question.

Dans le bassin houiller de Tittertone Clee Hill, situé à l'Ouest du bassin de la forêt de Wyre, le houiller repose en discordance sur du *Millstone grit*, qui d'après A. Vaughan et E. L. Dixon, appartient au Viséen supérieur (*Upper Avonian*). Les études que M. Kidston a faites des collections recueillies par L. Dixon, l'examen par N. Arber de fossiles conservés au Musée Sedgwick de Cambrige, aboutissent à ranger dans les *Middle Coal Measures* le houiller de ce gisement.

Le petit bassin carbonifère de Newent, village situé à dix milles au Nord-Ouest de Gloucester, a fourni quelques empreintes, qui ont été examinées par Newell Arber (1). La rencontre de *Pecopteris*, *P. oreopteridia*, *P.* aff. *Miltoni*, *P.* aff. *arborescens* amène N. Arber à conclure provisoirement que le houiller de Newent appartient soit au sommet de la *Transition Series*, soit à la base des *Upper Coal Measures*.

Selon le même savant (2) le sondage de Batsford (1901-1904) dans le Gloucestershire, a traversé sous une couverture de terrains jurassiques et triasiques (311 m.) 160 m. de houiller qui doit se placer dans les *Upper Coal Measures* ou la *Transition Coal Measures*. Le

(1) E. A. Newell Arber : Notes on a collection of fossil plants from the Newent Coalfield (Gloucestershire) (*The geological Magazine*, Decade V ; VII ; n° 552, pp. 241-244 ; June 1910).

(2) E. A. Newell Arber : On a little known concealed Coalfield in Oxfordshire (*Proc. Cambridge Philosophical Soc.*, XVIII, pt. IV, pp. 180-183 ; nov. 1915).
Id. The concealed Oxfordshire Coalfield (*The Transactions of the Institution of Mining Engineers*, L, pt. 2, pp. 373-384 ; 1916).

bassin houiller entièrement caché, dit de l'*Oxfordshire*, présenterait les plus étroites relations avec les bassins de Newent et de Wyre au point de vue paléobotanique et lithologique.

Au sud du bassin de Newent, dans le Gloucestershire, la forêt de Dean est limitée au Nord-Ouest par le Herefordshire, à l'Est et au Sud par le Monmouthshire et la Wye. Le houiller de la forêt de Dean repose en discordance sur les formations du *Calcaire carbonifère* et même sur l'*Old red sandstone* au bord Sud-Est du bassin. On doit à M. Sibly des notes sur la structure géologique de la région (1). Le *Carbonifère inférieur* comprend des schistes et calcaires, dont le calcaire de Whitehead (niveau C-S de Vaughan) où l'on remarque des nodules à *Girvanella*; les *grès de Drybrook* à rares empreintes de *Lepidodendron*. Le terrain houiller se divise en trois groupes. Newell Arber (2), qui a examiné une quarantaine d'espèces de ces divers groupes, ne peut y établir de distinction au point de vue paléobotanique. Les espèces les plus communes du premier groupe, *Calamocladus equisetiformis*, *Pecopteris polymorpha*, sont abondantes dans le deuxième et les espèces les plus fréquentes du troisième groupe, *Sphenophyllum majus*, *Sphenopteris nervopteroides*, *Pecopteris Miltoni*, sont souvent remarquées dans le second. N. Arber place l'ensemble de ces formations dans les *Upper Coal Measures*, d'accord en cela avec une conclusion que M. Kidston avait déjà formulée, à la suite de l'examen de quelques fossiles caractéristiques de même provenance. En comparant la flore fossile de la forêt de Dean avec celle des *Upper C. M.* des bassins houillers les plus voisins vers le Sud, ceux de Radstock et de Bristol, il constate entre elles de notables divergences de détail.

Puisque nous venons de parler du bassin de Bristol, signalons de suite les contributions de M. Lillie à l'étude de la flore dans cette région (3); dans la partie méridionale de ce bassin de Bristol, la suc-

1) T. Franklin Sibly : The carboniferous succession in the forest of Dean coalfield *Geol. Magazine*, N. S., Dec. V., IX, pp. 417-422, 1912). — On the geological structure of the forest of Dean (*Colliery Guardian*, CXIV, n° 2966, pp. 839-840, nov. 1917 and *Geol. Magazine*, Dec. VI, V, n° 1, pp. 23-28, jan. 1918).

2) E. A. N. Arber : The fossil plants of the forest of Dean Coalfield (*Proc. Cotteswold. Nat. F. Club.*, XVII, pt. 3, pp. 321-332; pl. XXXVI-XXXIX; 1912). — On the fossil flora of the forest of Dean Coalfield (Glowcestershire) and the relationships of the West of England and South Wales (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B., CCII, pp. 233-281; pl. XI-XIII; 1912).

3) D. G. Lillie : Notes on the fossil flora of the Bristol Coalfield (*Geol.*

cession des couches houillères comprend une division inférieure avec plusieurs veines de houille, une division stérile (*Pennant Rock*) et une division supérieure dans laquelle on distingue deux séries productives séparées par des schistes rouges stériles : à la base, la *Farrington Series* et au sommet la *Radstock Series*. Il y a longtemps que M. Kidston avait fait connaître la flore de ces deux séries et les avait classées dans les *Upper Coal Measures*. M. Lillie confirme cette conclusion ; mais, tandis que M. Kidston avait étudié les empreintes provenant de la partie méridionale du bassin, de la région de Radstock, M. Lillie a analysé la flore de la partie nord du même bassin où la série inférieure de Farrington (district de Bristol est seule représentée. Cette série a fourni 50 espèces dans les deux districts de Radstock et de Bristol. L'auteur signale plusieurs espèces de la Série de Farrington non encore trouvées dans la Série de Radstock : *Sphenopteris ovatfolia* n. sp., *Lepidodendron* cf. *Glincanum* Eichw., *Sigillaria principis* Weiss. En plus des empreintes, M. Lillie annonce la découverte, que M. Bolton a faite, de plantes à structure conservée, à Staple Hill, à trois milles au Nord-Est de Bristol. Les spécimens, d'un âge plus récent que ceux du Lancashire et du Yorkshire seront intéressants à analyser, ce sont surtout des fragments de *Cordaitales*, avec des *Myeloxylon*.

Le bassin houiller du Pembrokeshire s'étend, au Sud-Ouest du pays de Galles, sur une longueur de 21 milles, entre la baie de Carmarthon à l'Est et la baie de Saint-Bride à l'Ouest. C'est un synclinal à bord sud faillé et chevauché. On doit à M. Goode une étude sur la flore de ce bassin (1). Le terrain houiller, d'épaisseur relativement grande, repose sur des grès appelés d'une façon générale *Millstone grits*. M. Goode y a trouvé peu de fossiles, sauf à la Pointe de Monkstone sur la côte de Camarthen. On admettait antérieurement que le houiller se divisait en un groupe inférieur et un groupe supérieur, ce dernier équivalent au *Pennant Grits* du Pays de Galles (= *Transition series*). M. Goode, par l'étude de la flore, comptant 53 espèces, dont beaucoup sont nouvelles pour la flore

Magazine N. S., D. V, vol. VII, pp. 58-67, 5 fig. ; pl. VII, 1910). — On petrified plant remains from the Upper Coal Measures of Bristol (*Proc. Cambridge Phil. Soc.* XV. 5, pp. 411-412, 1910).

(1) R. H. Goode : The fossil flora of the Pembrokeshire Coalfield (*Quart. Journ Geol. Soc.*, LXIX, pp. 252-279 ; pl. XXVII-XXX; 1 map; June 1912).

fossile du Pays de Galles, arrive à cette conclusion que ces divers groupes appartiennent aux *Middle Coal Measures*. Le long de la baie de Saint-Bride, entre Harolston et Talbenny, les couches de *Settlings* et de *Falling-Cliff* sont les plus élevées dans la série (*Middle Coal Measures*). L'auteur admet comme probable que le *Millstone grit de Monkstone* est aussi du *Westphalien moyen*. A noter la découverte du *Linopteris Brongniarti* et du *L. sub-Brongniarti*, ce dernier si fréquent dans la zone C (Zeiller) du bassin houiller de Valenciennes. La comparaison entre les deux flores serait des plus suggestives.

Dans le Devonshire le carbonifère occupe un bassin bordé au Nord et au Sud par la série dévonienne. Au Nord de ce comté, dans le *Dévonien supérieur*, passant au *Carbonifère inférieur*, MM. Arber et Goode (1) ont signalé quelques plantes : un *Sphenopteridium* (*Sph. rigidum*) du Dévonien rhénan, un *Sphenopteris*, quelques fructifications de *Ptérisdospermées* (g. *Telangium*, peut-être g. *Aenathera* g. nov.)

Les formations carbonifères (*Culm Measures* du Devonshire seraient à ranger, d'après les recherches de N. Arber (1904), dans le *Carbonifère inférieur* et dans le *Carbonifère supérieur*. L'analyse de la flore du district de Bideford (Devonshire occidental) l'avait amené à la classer dans le *Westphalien moyen*. N. Arber est revenu plus récemment sur ce sujet dans une communication où il discute certaines conclusions de M. Collins, basées sur la faune des *Culm Measures* du district d'Exeter. Dans l'opinion de M. Collins (2) les *Lower Culm Measures* du Devonshire méridional sont synchroniques de la *Série de Pendleside* du Midland, de même que les *Lower Culm Measures* du Nord du Devonshire, suivant les vues de Hind. N. Arber est d'avis qu'on ne peut rapporter l'ensemble du Carbonifère du Devonshire au Carbonifère inférieur et les *Culm Measures* à Clyst Hydon, Westwood Church, et dans d'autres localités, appartiennent par leur flore au *Carbonifère supérieur* (3).

(1) E. A. N. Arber and R. H. Goode : On some fossil plants from the Devonian rocks of North Devon (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XVIII, pt. 3, pp. 89-104; pl. IV–V ; 3 fig., 1915).

(2) F. G. Collins (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXVII, pt. III, p. 393, 1911).

(3) E. A. Newell Arber : The culm-measures of the Exeter district (*The Geol. Magazine*, Dec. V, VIII, n° 569. pp. 495-497, nov. 1911).

IRLANDE

Le gisement de Kiltorkan (*Dévonien supérieur*, comté de Kilkenny (Irlande) a été de nouveau utilisé par M. Johnson (1) pour l'étude des *Archæopteris*, du *Bothodendron kiltorkense* et du nouveau genre *Kiltorkensia K. devonica* = *Ginkgophyllum devonicum*). Les découvertes paléobotaniques seront analysées dans la suite ; mentionnons qu'on trouve ici avec le *Bothrodendron kiltorkense*, l'*Archæopteris hibernica* v. *minor* des couches dévoniennes d'Evieux (Belgique) et l'*A. Rœmeriana* d'Aix-la-Chapelle (Dévonien rhénan).

Les plantes carbonifères d'Irlande n'ont fait l'objet que de quelques notes. M. Johnson (2) a signalé le *Sphenopteris Haninghausi* dans le houiller de Glengoole, comté de Tipperary. Newell Arber 3) a exploré les affleurements de Ballycastle dans le comté d'Antrim, au Nord-Est de l'Irlande. Il cite et figure plusieurs empreintes : *Archæocalamites*, *Adiantites antiquus*, *Sphenopteris flabellata*, *Lepidodendron Veltheimianum*, *L. Volkmannianum*, cf. *L. Rhodeanum*, auxquelles on peut ajouter un *Rhacopteris*, figuré par M. Seward (4). Une flore en partie similaire a été autrefois recueillie aux Mines d'Arigna, comté de Roscommon (Irlande), et étudiée en 1903 par M. Kidston. N. Arber considère les couches de Ballycastle

(1) T. Johnson : The occurrence of *Archæopteris Tschernaki* Stur and of other species of Archæopteris in Ireland (*The Proceedings of the Royal Dublin Society*, XIII, N. S. n° 9; pp. 137-141; pl. VII, VIII; 2 fig., June 1914). — *Id.* On *Bothrodendron (Cyclostigma) Kiltorkense* Haugton sp. (*Ibid.*, XIII, N. S., n° 4, pp. 500-528 ; pl. XXXV-XLI ; 7 text-fig. March 1913). — *Id. Ginkgophyllum Kiltorkense* sp. nov. (*Ibid.* XIV, N. S., n° 9, pp. 169-178; pl. X-XII ; February 1914). — *Id. Bothrodendron Kiltorkense* Haught. sp. : its stigmaria and cone (*Ibid.*, XIV, N. S., n° 13, pp. 241-244; pl. XIV-XVIII. February 1914). — *Id. Spermolithus devonicus*, gen. et sp. nov., and other Pteridosperms from the Upper Devonian beds at Kiltorkan Co. Kilkenny (*Ibid.*, N. S. n° 23, pp. 245-253; pl. IX-XIV, 1 text-fig. August. 1917).

(2) T. Johnson : A seed-bearing Irish Pteridosperm, *Crossotheca Haininghausi* (Kidston). *Lyginodendron Oldhamium* Will (*The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, XIII, n° 1, pp. 1-11 ; pl. I-III ; march 1911).

(3) E. A. Newell Arber : Contributions to our knowledge of the Floras of the Irish Carboniferous rocks. Part I. — The lower Carboniferous Carboniferous Limestone) Flora of the Ballycastle Coalfield, Co. Antrim (*The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, XIII, n° 12, pp. 162-176; pl. X-XII ; January 1912).

(4) A. C. Seward : *Fossil plants*, II, p. 427, fig. 301 ; 1910.

comme appartenant au *Carbonifère inférieur* et plutôt au *Calcaire carbonifère* qu'à la *Série calcifère*, mais pour en définir l'horizon exact il serait nécessaire d'effectuer de nouvelles recherches.

BASSIN DU KENT

Avant de passer à l'étude du Carbonifère franco-belge, il importe de résumer les contributions apportées par les paléontologistes à la connaissance du bassin houiller du Sud-Est de l'Angleterre. Dès 1892, R. Zeiller concluait que « les couches traversées par le sondage de Douvres appartiennent bien à la région supérieure du Houiller moyen, et, si l'on veut préciser davantage, qu'elles ne sauraient être ni plus récentes que les couches de Radstock dans le Somerset, ni plus anciennes que les couches les plus profondes de la zone supérieure, à charbons gras et flénus du Pas-de-Calais. »

En 1909, N. Arber (1) examine les empreintes des sondages de Waldershare et de Fredville, au Nord-Ouest de Douvres et conclut, du caractère mixte de la flore comprenant à la fois des espèces des *Upper* et des *Middle Coal Measures*, que les formations de Walder-Share et de Fredville doivent se ranger dans l'*Upper Transition series*.

Depuis lors on a effectué de nombreux sondages pour se rendre compte de l'étendue et de la richesse de ce bassin du Kent et en 1914 le nombre d'empreintes reconnues atteignait à peu près la centaine. N. Arber (2) distingue une zone inférieure (*Middle Coal Measures*) et une zone supérieure (*Transition series*) qui se superpose à la première dans la partie méridionale du bassin ; les *Lower Coal Measures* et les *Millstone grits* n'ont pas été observés par N. Arber.

Récemment M. Kidston a donné des précisions sur les résultats de quelques sondages (3). A Folkestone le terrain houiller, traversé par un sondage, de 450 à 1000 m. environ, doit être rapporté à la *Staffor-*

(1) E. A. Newell Arber : Fossil plants from the Kent coalfield (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXV, pp. 21-39, pl. I, 1909).

(2) E. A. N. Arber : Geology of the Kent Coalfield (*Trans. Instit. Mining Engineers*, XLVII pt. 5, pp. 677-724 ; 2 cartes, 1914). — Fossil flora of the Kent coalfield (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXX, pp. 54-81 ; pl. XI-XIII, 1914). — Studies on the geology of the Kent Coalfield (*Trans. Instit. Mining Engineers*, L, pt. 2, pp. 351-372, 1916).

(3) R. Kidston : List of the fossil plants from the Coal-measures of the borings at Bere Farm, Eldham, Folkestone, Lydden Valley, Kent (*Summary of Progress Geol. Surv.*, for 1918, pp. 46-49 1919).

dian series. M. Kidston ne se dissimule pas les difficultés que l'on rencontre quand on veut établir des zones dans cette série. Il incline cependant à admettre que les couches staffordiennes de Folkestone sont homotaxiques des *Etruria marls* (partie moyenne de sa *Transition series*). Le soudage d'Eltham n'a rencontré que les *Middle Coal Measures*. Près de Deal, le soudage de la vallée de Lydden, avant d'atteindre les *Middle C. M.*, a traversé une quarantaine de mètres de houiller à *Neuropteris Scheuchzeri*, *N. rarinervis*, *Sphenophyllum emarginatum*, que M. Kidston attribue, provisoirement du moins, au groupe inférieur (*Black band*) de sa *Staffordian series*. Le groupe de Keele (Radstockian) aurait aussi été découvert par le sondage de Bere Farm au N.-E. de Douvres.

Les faunes limniques et marines du bassin de Kent ont été tout spécialement analysées par M. Bolton (1). Si nous mentionnons ici ce travail de paléontologie animale, c'est que son auteur aboutit à cette conclusion que les *Lower Coal Measures* (ou tout au moins leur partie supérieure) sont représentés dans le Kent, conclusion que vient de confirmer M. Pruvost (2) dans une étude comparée, au point de vue paléontologique, des formations houillères du Kent et du Pas-de-Calais. M. P. Pruvost considère les couches d'*Ebbsfleet* (*Lower C. M.*) comme équivalentes des assises de *Vicoigne* et de *Flines* (Nord de la France) ; à leur limite supérieure le niveau marin de *Mattice Hill* correspond, d'après lui, au niveau *Katharina-Poissonnière*, qu'on peut suivre à travers le bassin westphalien, belge, français et qui est également reconnu à Bristol. Les couches de *Tilmanstone* à *Lonchopteris*, *L. rugosa*, *Alethopteris Davreuxi*, correspondent à l'assise d'Anzin (N.) ; enfin l'assise de Bruay (P.-de-C.) est synchronique des couches de Douvres à *Neuropteris rarinervis* et *Alethopteris Serli*. « Le pli le plus septentrional du bassin du Nord de la France (= synclinal Carvin-Ostricourt de M. Ch. Barrois) se dirige au N. W. vers la ville de Calais..., traverse le détroit et s'épanouit à nouveau dans le Kent », c'est en ces termes que M. Pruvost exprime son opinion sur le pli synclinal du Kent et il est intéressant de noter,

(1) Herbert Bolton : The fauna and stratigraphy of the Kent Coalfield (*Trans. Inst. Mining Engineers*, XLIX, pt. 4, pp. 643-702 ; pl. VII-IX ; June 1915).

(2) P. Pruvost : Remarques à propos d'un travail du Dr H. Bolton sur la faune du terrain houiller du Kent (*Ann. Soc. scientifique, Bruxelles*, 40e année 1920-1921, fasc. 1, pp 183-111 ; 1 carte, 1921).

à ce propos, que déjà en 1894 l'éminent géologue Marcel Bertrand, par une méthode différente, aboutissait aux mêmes conclusions : « Ce qu'il y a lieu de chercher du côté de Calais, c'est la continuation des couches de Douvres... Je suis toujours porté pour ma part à admettre que c'est un des synclinaux les plus septentrionaux du bassin du Nord qui s'écarte momentanément du bassin principal et va le rejoindre au Nord du Weald » (1).

FRANCE

Région du Nord. — La comparaison détaillée de la série carbonifère anglaise avec celle du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais est aujourd'hui facilitée par les nombreux travaux des géologues et paléontologistes que M. Ch. Barrois a su grouper autour du musée houiller du Lille, dont la création remonte à 1906. Citons tout d'abord deux mémoires, l'un de M. Barrois (2), l'autre dû à M. Pierre Pruvost (3), où sont consignés les résultats acquis sur les faunes marines et continentales, sur leur distribution et leur utilisation comme repères stratigraphiques. Nous ne pouvons ici nous étendre sur ce sujet.

Si le lecteur veut bien se reporter au travail magistral de René Zeiller, *Description de la flore fossile du bassin houiller de Valenciennes* et comparer la carte de la distribution des zones végétales d'après ce savant (4) et celle que nous avons tracée plus récemment (5), il pourra se rendre compte des conclusions auxquelles nous avaient amené, dès 1907, nos études sur la région de Valenciennes ; René Zeiller les a résumées en ces termes : « L'étude détaillée de la flore des couches houillères, à laquelle des observations personnelles de l'auteur lui ont permis d'apporter de nombreuses additions, lui a

(1) Marcel BERTRAND : Etudes sur le bassin houiller du Nord et sur le Boulonnais. (*Ann. des Mines*, 9e sér., V, p. 635 ; p. 71 tiré à part. Juin 1894).

(2) Ch. BARROIS : Etude des strates marines du terrain houiller du Nord 1re partie, 148 pages ; 19 fig. et 3 pl. *Etudes des gites minéraux de la France*, 1912).

(3) P. PRUVOST : La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France (*Mém. Carte géol. dét. de la France*, 1919, 584 pages, 51 fig., 29 pl.).

(4) R. ZEILLER : Bassin houiller de Valenciennes, description de la flore fossile, 1er vol. texte, fig. 46 (*Etudes des gites minéraux*, 1888).

(5) A. CARPENTIER : Contribution à l'étude du carbonifère du Nord de la France (*Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VII, II, 427 p., 85 fig., 11 pl. 1913).

montré, dans la région d'Anzin, les zones paléontologiques établies par Zeiller se succédant bien, au Nord de la faille dite cran de retour, dans l'ordre et à peu près avec les délimitations antérieurement admises ; mais au Sud du cran de retour, au lieu de l'horizon supérieur B_3 de la zone moyenne auquel Zeiller rapportait la bordure sud du bassin, il a, grâce à des matériaux plus complets, reconnu l'existence, du Nord au Sud, des subdivisions B_2 et B_1 de la zone moyenne, puis A_2 et A_1 de la zone inférieure. La structure du bassin apparaît ainsi, dans cette région, conformément aux conclusions tirées par M. Barrois de l'étude des horizons marins, plus symétrique par rapport à son axe longitudinal qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, les couches inférieures connues sur le bord nord reparaissant sur le bord sud ; c'est ainsi que l'auteur a reconnu la flore de la subdivision A_1 dans l'ancienne concession de Marly, tandis que les couches de la concession de Douchy lui apparaissent, d'après leur flore, s'échelonner de A_2 jusqu'à B_1 et que les veines supérieures de Denain viennent se ranger dans la subdivision B_2..... » (1) La présence à Denain de certaines espèces (*Linopteris sub-Brongniarti*, *Alethopteris Serli...*), fréquentes dans la zone supérieure C du Pas-de-Calais, avait contribué à faire admettre par R. Zeiller l'opinion suivant laquelle les houilles grasses de la cuvette de Denain, au Sud du cran de retour, étaient plus récentes que les veines au Nord du même accident.

Les *Linopteris* se rencontrent en effet à la fosse de Rœulx de Denain, mais ils sont associés avec des empreintes de la zone moyenne, entre autres avec les *Lonchopteris*. Comme l'a fait observer M. Paul Bertrand (2) « les *Linopteris* restent caractéristiques de la zone C par leur abondance : mais, de même que beaucoup d'autres espèces, ils ont apparu bien avant l'époque de leur apogée. »

C'est un travail de patience que d'étudier veine par veine tout un bassin houiller pour déterminer l'aire de distribution des espèces, leur extension verticale, préciser les associations caractéristiques et les limites des zones végétales. M. P. Bertrand a appliqué cette méthode aux veines de la concession d'Aniche et à l'ensemble du

(1) R. Zeiller in (*Botanisches Centralblatt*, Bd. 125, Nr. 17, pp. 422-423, 1914).

(2) P. Bertrand : Sur la présence des *Linopteris* dans les zones inférieure et moyenne du bassin houiller du Nord de la France (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, XLII, pp. 338-344, 1913).

bassin houiller (1). Chacune des zones végétales est caractérisée par une ou deux espèces dont le maximum de fréquence est atteint dans la zone en question. A côté de ces espèces se placent les « espèces-guides » qui peuvent servir de repères par leur fréquence maxima à certains niveaux ; les « espèces auxiliaires » sont moins fréquentes que les espèces-guides, mais présentent comme elles une période d'apogée bien définie.

M. Bertrand distingue au-dessus des ampélites de Bruille (= assise belge de Chokier), de bas en haut, 7 zones végétales :

1. — Zone à *Peropteris aspera* ou zone de Flines (ancien A_1 de Zeiller) ; elle contient plusieurs bancs marins déterminés par MM. Barrois et Pruvost et qui sont d'excellents niveaux stratigraphiques (2).

2. — Zone à *Nevropteris Schlehani* et *Sphenopteris Hœninghausi* A_2 de Zeiller, partim). Elle débute par le grès de Flines, renferme à sa base 2 ou 3 niveaux à lingules et vers son sommet un niveau marin (passée de Laure).

3. — Zone à *Alethopteris lonchitica* Schl. (partie supérieure de A_2, Zeiller) ; les *N. Schlehani* et le *Sph. Hœninghausi* deviennent rares.

4. — Zone à *Lonchopteris Bricei* et *Alethopteris Davreuxi* (B_1 B_2 de R. Zeiller) ; parmi les espèces fréquentes citons *Sphen. furcata* *Sphenophyllum myriophyllum*, *Sigillaria elongata*... Vers la base de cette zone un important lit marin, dit de *Poissonnière*, se placerait sur le même horizon que celui de *Catharina* dans le bassin de la Ruhr.

5. — Zone à *Linopteris Münsteri* et à *Nevropteris pseudo-gigantea* Potonié. Les limites de cette zone demeurent imprécises.

6. — Zone à *Linopteris obliqua* et *Nevropteris tenuifolia*. Ses caractères sont en somme ceux que Zeiller avaient donnés à la zone superieure C du Pas-de-Calais. Il parait possible à M. Bertrand de

1. P. Bertrand : Liste provisoire des *Sphenopteris* du bassin houiller du Nord de la France (*Ann. Soc. géol. du Nord*, XLII, pp. 302-338, 1913). — Les zones végétales du terrain houiller du Nord de la France... (*Ibid.*, XLIII, pp. 208-254, 1914). — Les zones végétales du terrain houiller du Nord de la France (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, pp. 780-782, 14 avril 1919).

2. Ch. Barrois et P. Pruvost : Les divisions stratigraphiques du terrain houiller du Nord de la France (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, p. 647, 1919). — P. Bertrand : Relations des zones végétales A_1 A_2 et B_1 B_2 avec les niveaux marins du terrain houiller du Nord de la France (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, pp. 952-954, 12 mai 1919).

subdiviser la zone C en une zone inférieure C_1 à *Sphen. Crepini* et *Sph. Cœmansi* et une zone supérieure C_2 à *Sph. nevropteroïdes* f. *Leonardi* P. Bertrand.

Dans cette zone C_2 M. Bertrand (1) a signalé des plantes d'affinités stéphaniennes : le *Pecopteris Armasi* Zeiller dans la concession de Liévin et le *Tæniopteris Zeilleri* nov. sp. à Bruay (Pas-de-Calais) (2). Il est à souhaiter que des découvertes nouvelles (par exemple celle du *Pecopteris arborescens*) facilitent une comparaison plus étroite entre la flore des *Upper Coal Measures* de Grande Bretagne et celle de la zone C_2 du Pas-de-Calais. D'après M. P. Pruvost (3), qui base surtout ses conclusions sur les faunes (Mollusques, Insectes, Poissons) « il faut admettre que les couches de Bruay représentent sous un faciès plus riche en houille, au moins la partie inférieure, sinon la totalité des *Upper Coal Measures*. » La découverte de cette flore à tendances stéphaniennes est bien spécialement à noter avant d'aborder l'étude paléontologique du *Stéphanien* français ; elle paraît en effet diminuer l'importance de la lacune paléontologique autrefois admise entre notre *série westphalienne* et le *Stéphanien* (4).

Régions du Centre, du Sud, du Sud-Est. — M. P Bertrand a publié un tableau comparatif et raisonné des espèces de Rive-de-Gier et de Saint-Etienne (5). Sans parler des espèces banales, fréquentes de part et d'autre, citons, d'après lui, les espèces suivantes caractéristiques du faisceau de Rive-de-Gier : *Sphenophyllum majus*, *Sph. emarginatum*, *Linopteris obliqua*, *L. nevropteroïdes* ; parmi les plus

(1) P. Bertrand : Description des végétaux houillers recueillis pendant le fonçage de la fosse 6 bis des Mines de Bruay (*Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXIX, pp. 345-364, pl. IV, 1910).

(2) Sur l'extension des zones végétales dans la concession de Bully Grenay (Pas-de-Calais), voir notre travail (*Mém. Soc. Géol. du Nord*, VII, 2, pp. 244-277, 1913).

(3) P. Pruvost : Comparaison entre le terrain houiller du Nord de la France et celui de la Grande-Bretagne, d'après la succession des faunes (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, p. 783, 14 avril 1919). — La faune continentale... (*Mém. carte géol. dét. France*, 1919, p. 316, pp. 546-550, etc.).

(4) P. Bertrand a souligné spécialement les affinités entre la flore du *Stéphanien inférieur* de Rive-de-Gier et celle du *Westphalien supérieur* de Bruay-Liévin dans une note aux *Comptes-Rendus* (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVII, pp. 760-762 ; 18 nov. 1918).

(5) Paul Bertrand : Caractères distinctifs des flores houillères de St-Etienne et de Rive-de-Gier (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVII, pp. 760-763 ; 18 nov. 1918). — Les grandes divisions paléontologiques du Stéphanien du bassin de la Loire (*Ibid.* pp. 689-692, 4 nov. 1918).

communes des espèces particulières à cette flore : *Asolanus camptotænia*, *Sigillaria tessellata*, *S. Deutschi*. *Sphenopteris erosa*, *Sph. charophylloïdes*. *Pecopteris arborescens* et *P. Lamuriana*. M. Paul Bertrand souligne ce fait intéressant que la plupart de ces espèces, sauf toutefois *Sph. erosa*, *Pec. arborescens*, *L. neuropteroides*, existent et souvent sont fréquentes dans la zone de Bruay (Pas-de-Calais). Par contre, certaines espèces, caractéristiques de la série de Saint-Etienne, sont très rares ou absentes à Rive-de-Gier ; telles sont l'*Odontopteris Reichiana*, le *Callipteridium pteridium*, le *Pecopteris feminæformis*, *P. lepidorachis*, les *Linopteris Germari*, et *L. Brongniarti*, le *Sphenophyllum oblongifolium* etc... Somme toute, la flore de Rive-de-Gier (*Stéphanien inférieur*) est bien différente de celle de Saint-Etienne.

Les *espèces-guides* de la Série des couches de Saint-Etienne (*Stéphanien moyen*) sont l'*Odontopteris Reichiana* et le *Cordaites lingulatus*. Il faut noter que le *Walchia piniformis* y fait son apparition.

La série de Saint-Etienne est séparée de la série d'Avaize (*Stéphanien supérieur*) par la grande formation poissonneuse et bitumineuse de Montrambert. Dès la base l'*Odontopteris minor* apparaît abondant. Le *Poacordaites linearis* est plus fréquent que toutes les autres *Cordaitales* et le *Sphenophyllum Thoni* fait son apparition. Enfin avec la zone à *Callipteris conferta* on est dans le *Permien inférieur*.

Des études paléontologiques ont été poursuivies de 1915 à 1920 par M. Bertrand (1), des plantes fossiles recueillies dans les divers sondages exécutés, sous la direction scientifique de MM. Friedel et Termier, à l'Est ou au Sud-Est de Lyon, pour y chercher le prolongement du bassin houiller de Saint-Etienne. M. Bertrand a reconnu dans la formation de base (grès, conglomérats reposant en discordance sur les terrains cristallophylliens) les plantes houillères caractéristiques de la flore de Saint-Etienne : *Odontopteris Reichiana*, *Callipteridium pteridium*, *Linopteris Brongniarti*, *L. Germari*, *Pecopteris lepidorachis*, *P. hemitelioides*, *Cordaites lingulatus*, etc., etc. Les veines de houille de Lyon doivent être synchroniques des couches inférieures de la série de Saint-Etienne. Ni le *Permien*, ni le *Stépha-*

1) Paul Bertrand : Sur la flore du bassin houiller de Lyon (bassin houiller) du Bas-Dauphiné. *C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, pp. 174-177 ; 20 janv. 1919).

zien supérieur (série d'Avaize) ne sont représentés. La formation supérieure, dite grande formation supérieure et bitumineuse de Genas-Chassieu, a fourni fréquemment des *Walchia* (*W. piniformis*). M. Paul Bertrand considère ces lits bitumineux à *Walchia* comme étant probablement un faciès latéral des couches supérieures de la série de Saint-Etienne.

Dans la zone axiale alpine les couches à anthracite du col des Encombres en Maurienne, du Pic de la Masse, de Peisey, de la Roche-Mâcot en Tarentaise sont classées, par M. Pussenot 1), d'après leur flore (*Pecopteris* cf. *Lamuriana*, *Callipteridium pteridium*, *Sphenophyllum oblongifolium*), dans l'*étage des Cévennes* de C. Grand'Eury, c'est-à-dire dans un étage intermédiaire entre la série des couches de Saint-Etienne et le faisceau de Rive-de-Gier auquel on l'avait assimilé.

Les recherches de M. Pussenot 2) l'ont aussi amené à reconnaître l'existence du *Westphalien moyen* dans la zone axiale alpine, dans le Briançonnais, en Maurienne sur la rive gauche de l'Arc et en Tarentaise, au Col du Petit Saint-Bernard. La flore à *Corynepteris Essinghi*, *Crossotheca Frenzli*, *C. Schatzlarensis*, *Mariopteris latifolia* est en effet nettement wesphalienne.

Dans les couches inférieures du faisceau de Molières (bassin du Gard), considéré comme étant contemporain du faisceau de Rive-de-Gier, M. Vedel (3) a recueilli le *Callipteridium gigas* de la flore de Saint-Etienne, l'*Odontopteris minor* qu'on n'avait jusqu'ici reconnu dans le Gard que dans le faisceau supérieur, dit de Champclauson et dont l'apparition est ici précoce.

M. Fournier (4) a fait connaître les résultats de plusieurs sondages entrepris pour la recherche de houille au Nord et à l'Ouest du bassin de Ronchamp, sous des dépôts triasiques. Les sondages ont

1 C. Pussenot : Le Stéphanien inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. Essai de coordination des divers niveaux du terrain houiller des Alpes occidentales (*C. R. Ac. Sc.* CLVI, pp. 97-100, 6 janv. 1911).

2 C. Pussenot : Le Westphalien moyen dans la zone axiale alpine (*C. R. Ac. Sc.*, CLV, pp. 1564-1567, déc. 1912).

(3) L. Vedel : Note sur la découverte du *Callipteridium gigas* Gutbier) dans les couches inférieures du faisceau houiller de Molières (*Bull. Soc. ét. Sc. nat. Nimes*, XXXIX, pp. 26-29, 1913).

(4) Fournier : Sur l'existence de la houille en Franche-Comté, à St-Germain, près de Lure (Haute-Saône) (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLIII, pp. 908-910, 6 novembre 1911).

démontré le bien fondé de l'hypothèse qui admettait l'existence, au Nord du Massif du Mont de Vanne, d'une aire synclinale symétrique à celle de Ronchamp. Le *Stéphanien* a été reconnu sous les dépôts gréseux et argileux du Trias et du Permien et plusieurs veines de houille ont été découvertes. Au Nord-Est de Dôle, M. le chanoine Bourgeat a signalé une lentille de schistes charbonneux dans le *Permien*, en bordure du massif de la Serre(1).

Région de l'Ouest. — Le mémoire d'Edouard Bureau (2) sur les flores fossiles du bassin de la Basse-Loire fait connaître dans le détail la constitution des flores du *Dévonien supérieur* et du *Carbonifère inférieur* ; c'est le résultat de longues années de recherches sur le terrain, surtout à Mouzeil (Loire-Inférieure), poursuivies par l'auteur et son frère M. Louis Bureau, directeur du Muséum de Nantes. Les documents qui ont servi de base à ce travail font partie des collections du Muséum de Paris et du Muséum de Nantes.

Edouard Bureau a reconnu l'existence de six niveaux à empreintes végétales dans le bassin de la Basse-Loire, qui s'étend du Sud-Est au Nord-Ouest, sur une longueur d'au moins 109 km., à travers les départements du Maine-et-Loire et de la Loire-Inférieure et qui est essentiellement constitué de deux synclinaux : celui de Mouzeil au Nord et le synclinal d'Ancenis au Sud. Nous avons déjà dit un mot des schistes à *Psilophyton*.

(1) Bourgeat : Sur la découverte de schistes charbonneux sur les bords de la Serre (*C. R. Ac. Sc.*, CLXIX, p. 539, 22 sept. 1919).

(2) E. Bureau : Bassin houiller de la Basse-Loire. Fasc. I. Histoires des Concessions. Pièces justificatives. Description géologique du Bassin ; 443 pages, 7 coupes géologiques et 1 carte par E. et L. Bureau (*Etudes des gites minéraux de la France*, Paris, 1910). — Fasc. II. Description des flores fossiles. 417 pages, 8 planches (*Ibid.* 1913-1914). — Appendice à la flore fossile de la Basse Loire (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., XIV, pp. 116-117; pl. II, 1914).

(A suivre).

Nemours.— Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon

1

2

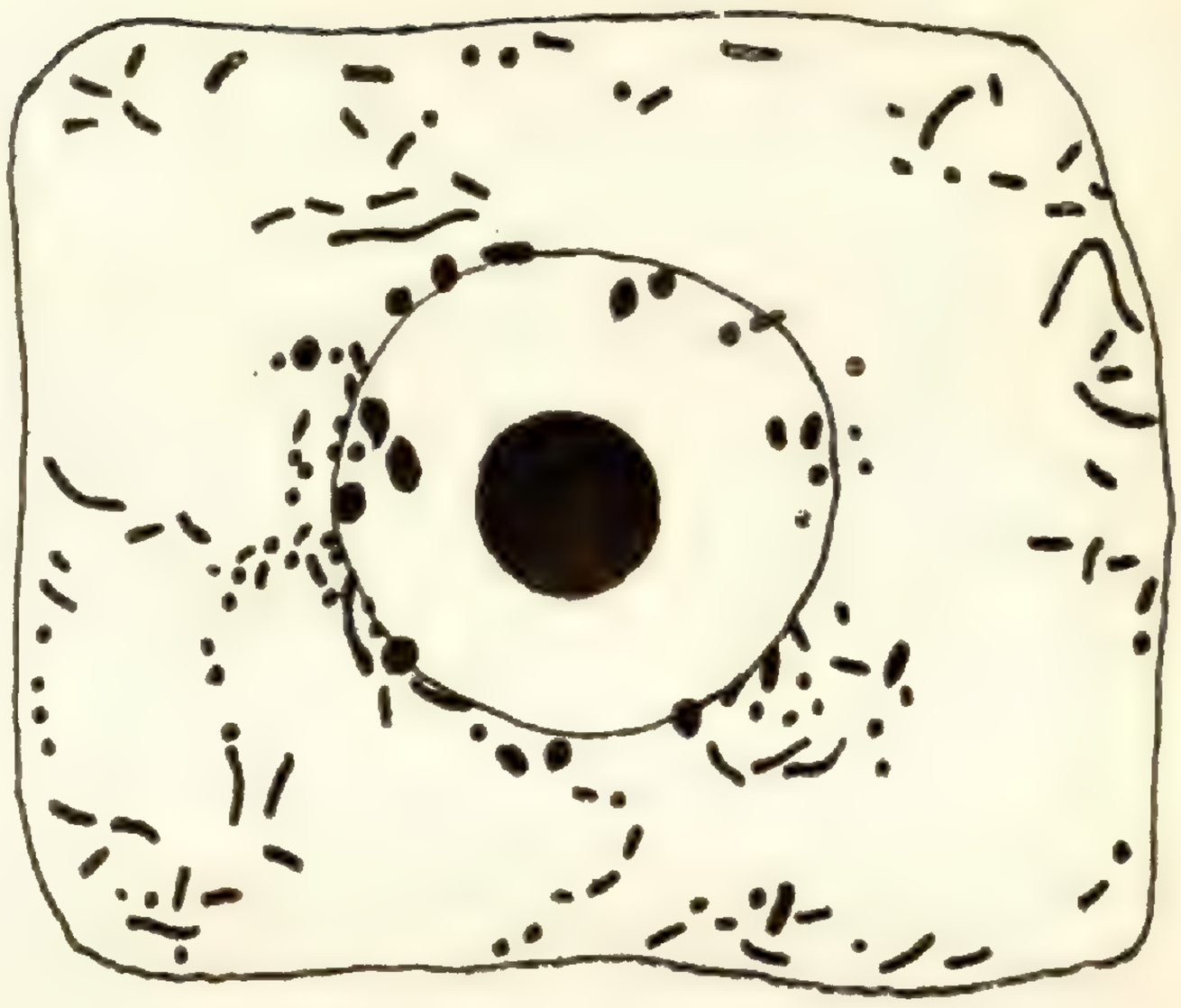
3

4

GUILLERMOND, del. BRUN et Cie, sc.

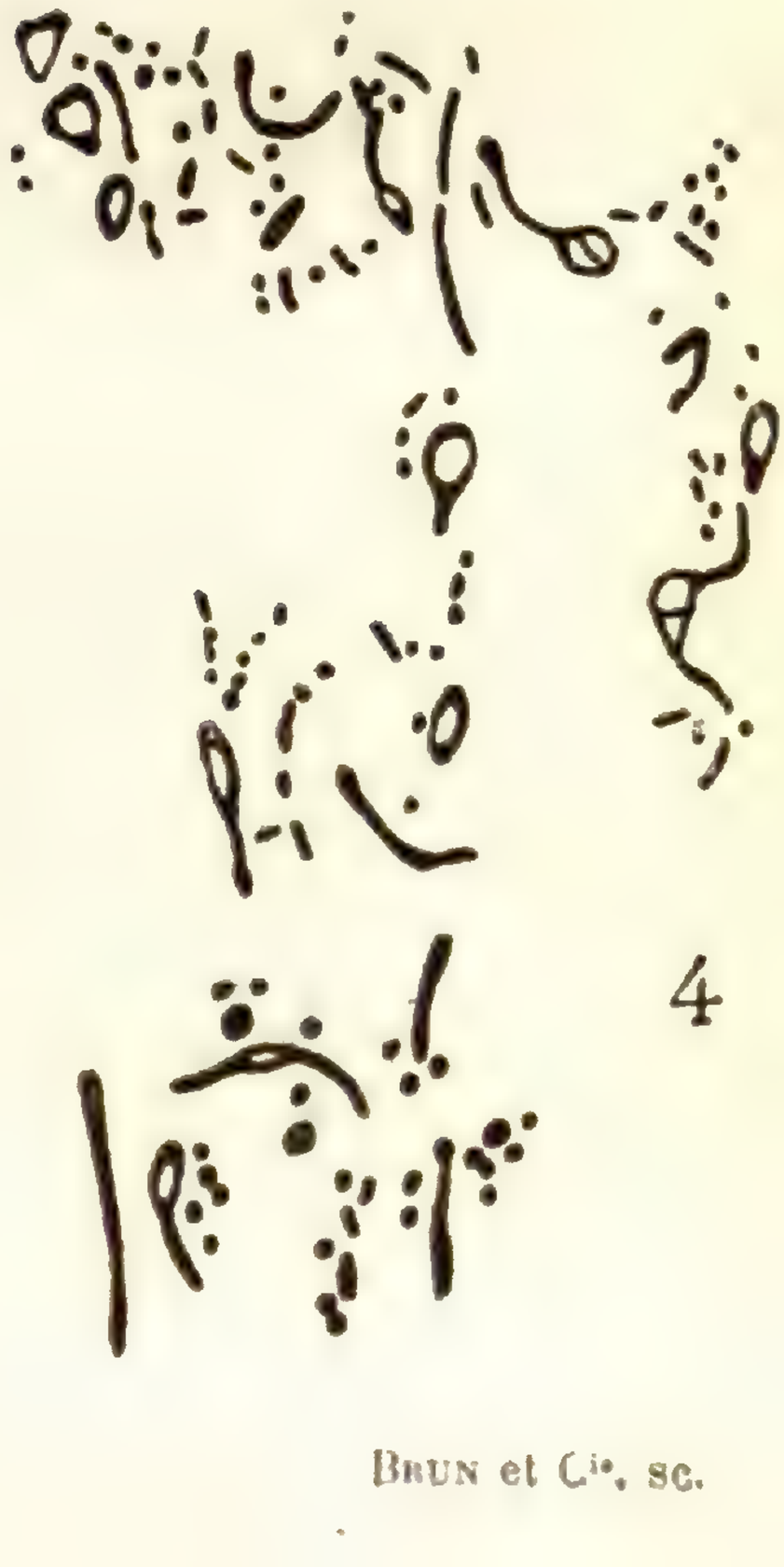
Racine de Courge. 1.

3



2

1



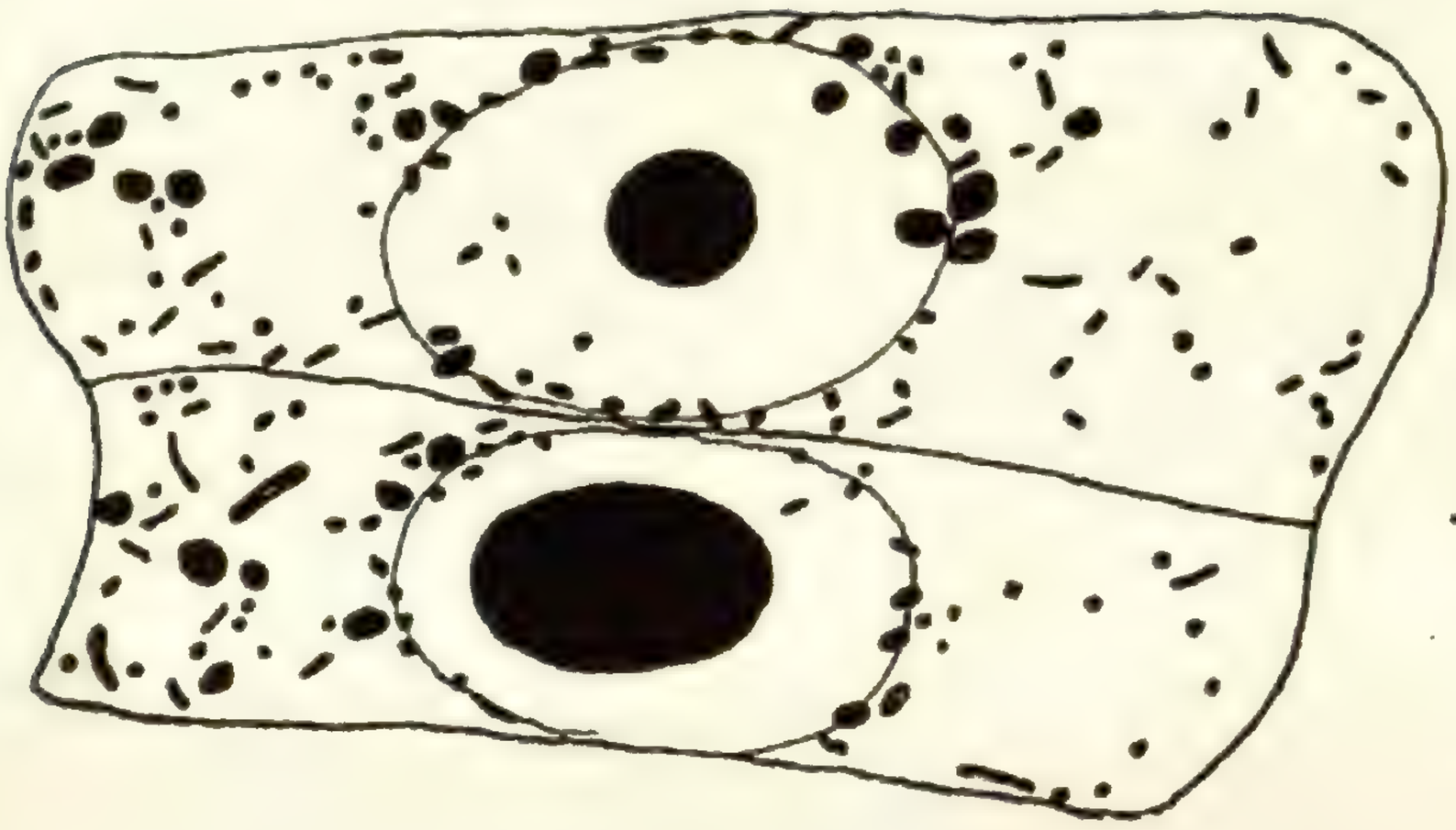
4

5

GUILLIERMOND, del.

Racine de Courge. II.

BRUN et Cie, sc.

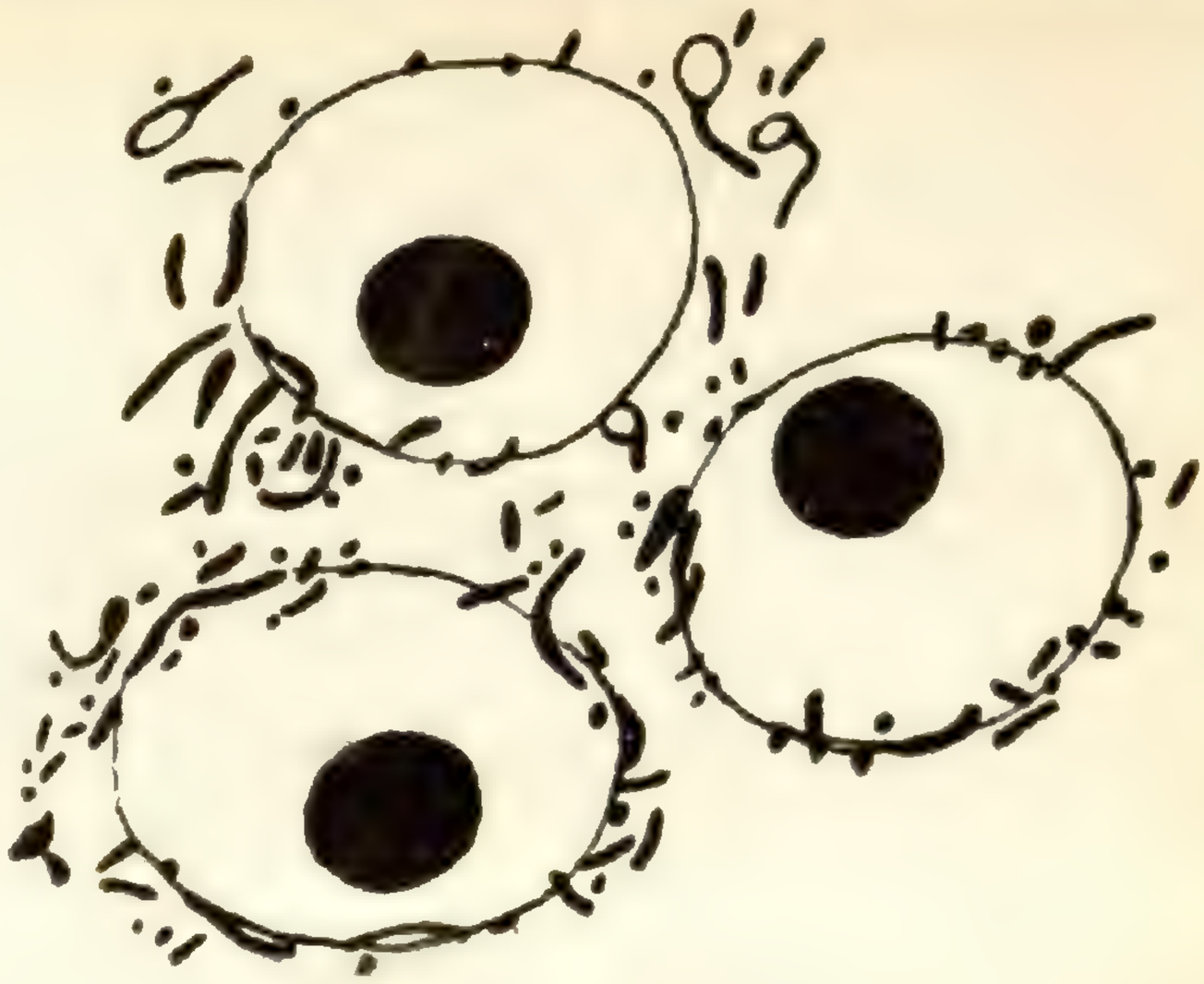


1

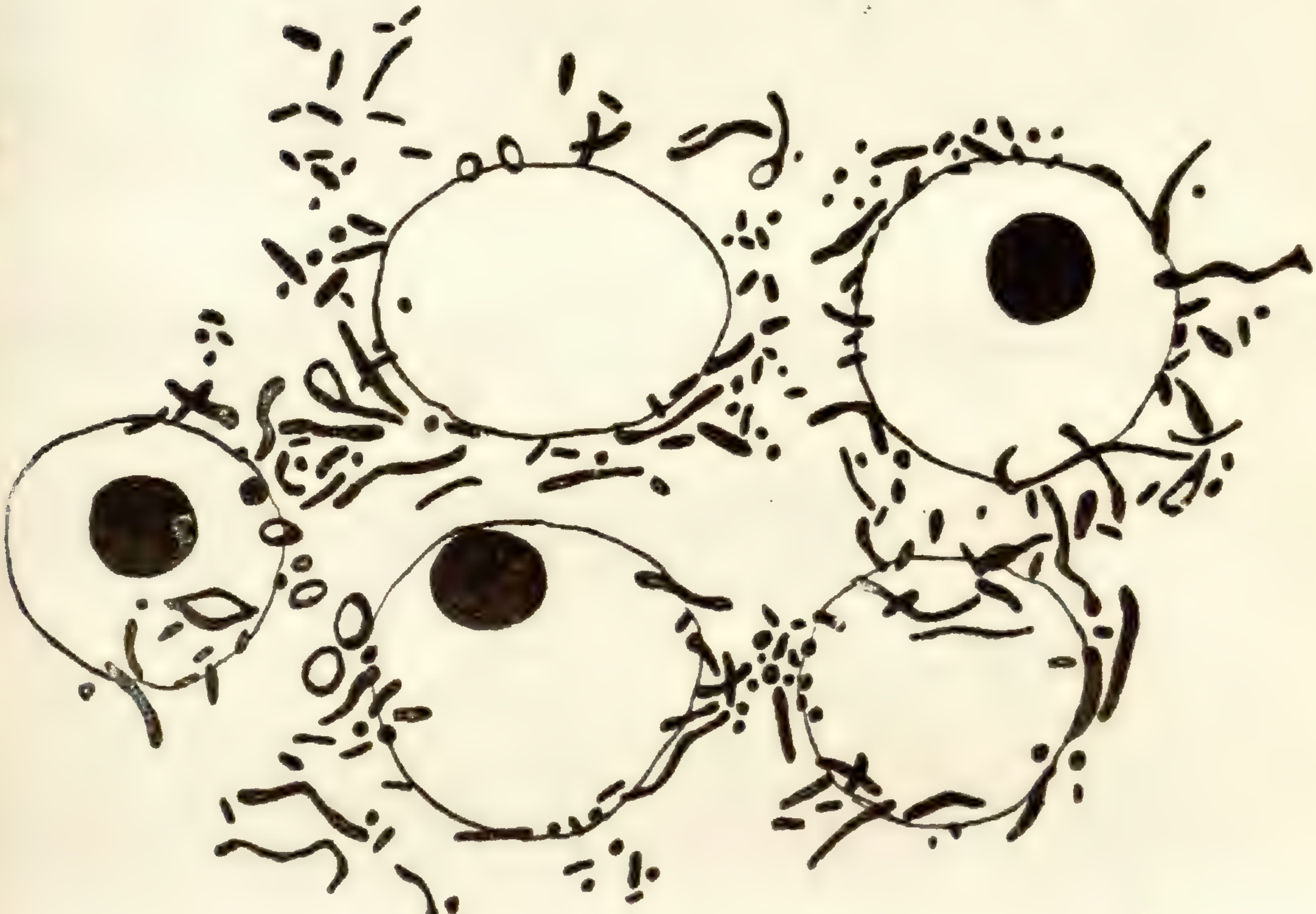
2

3

1

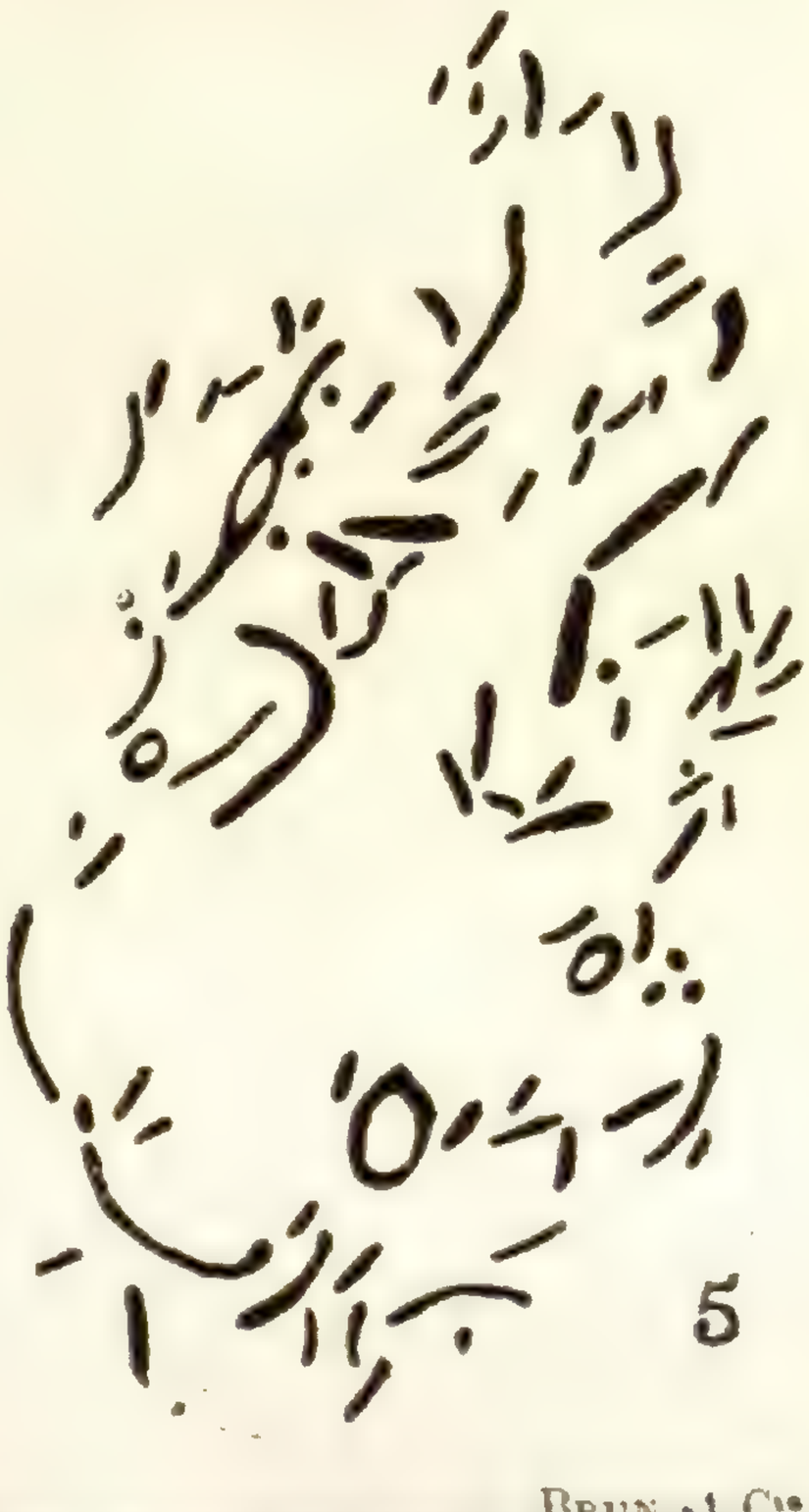


2



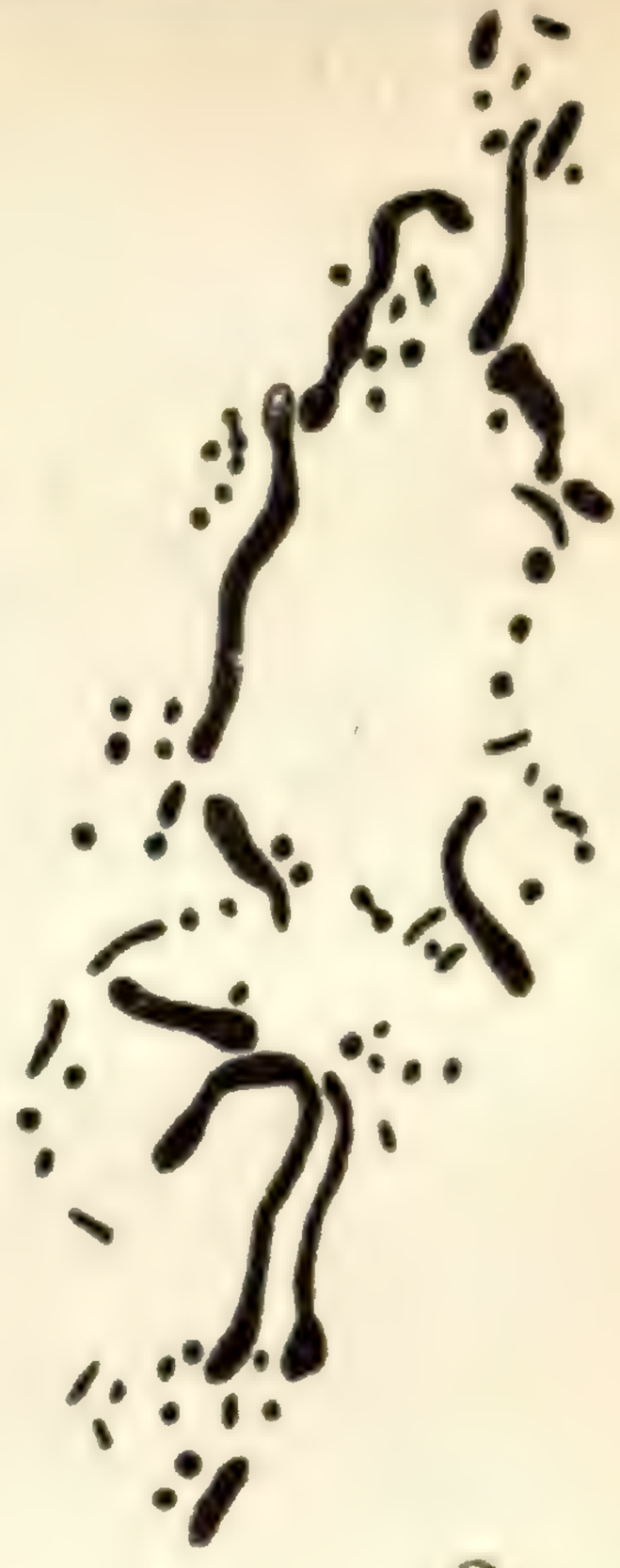
3

4



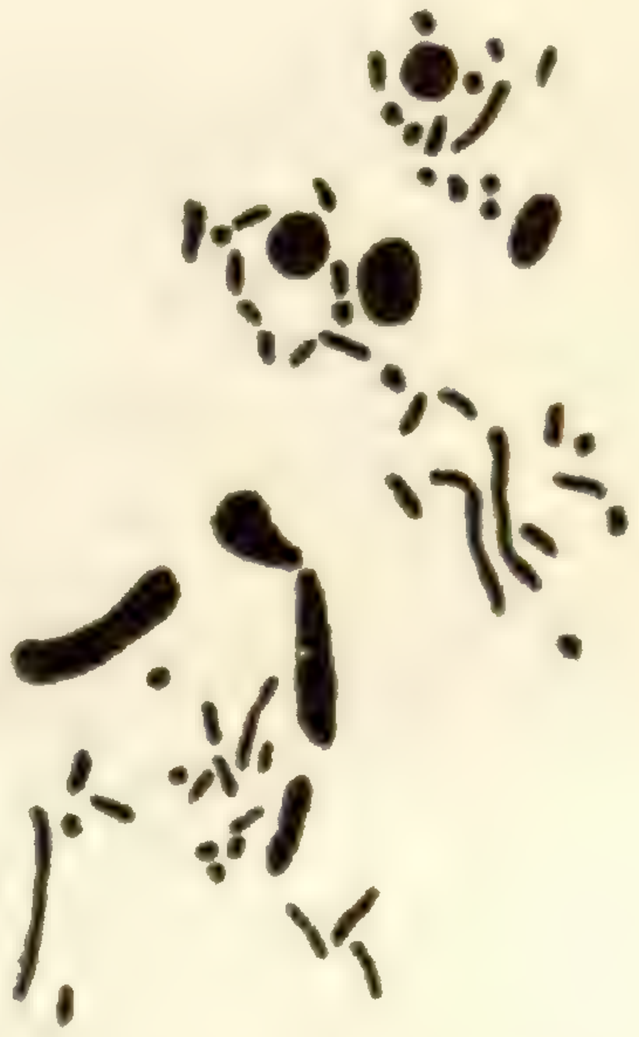
5

1



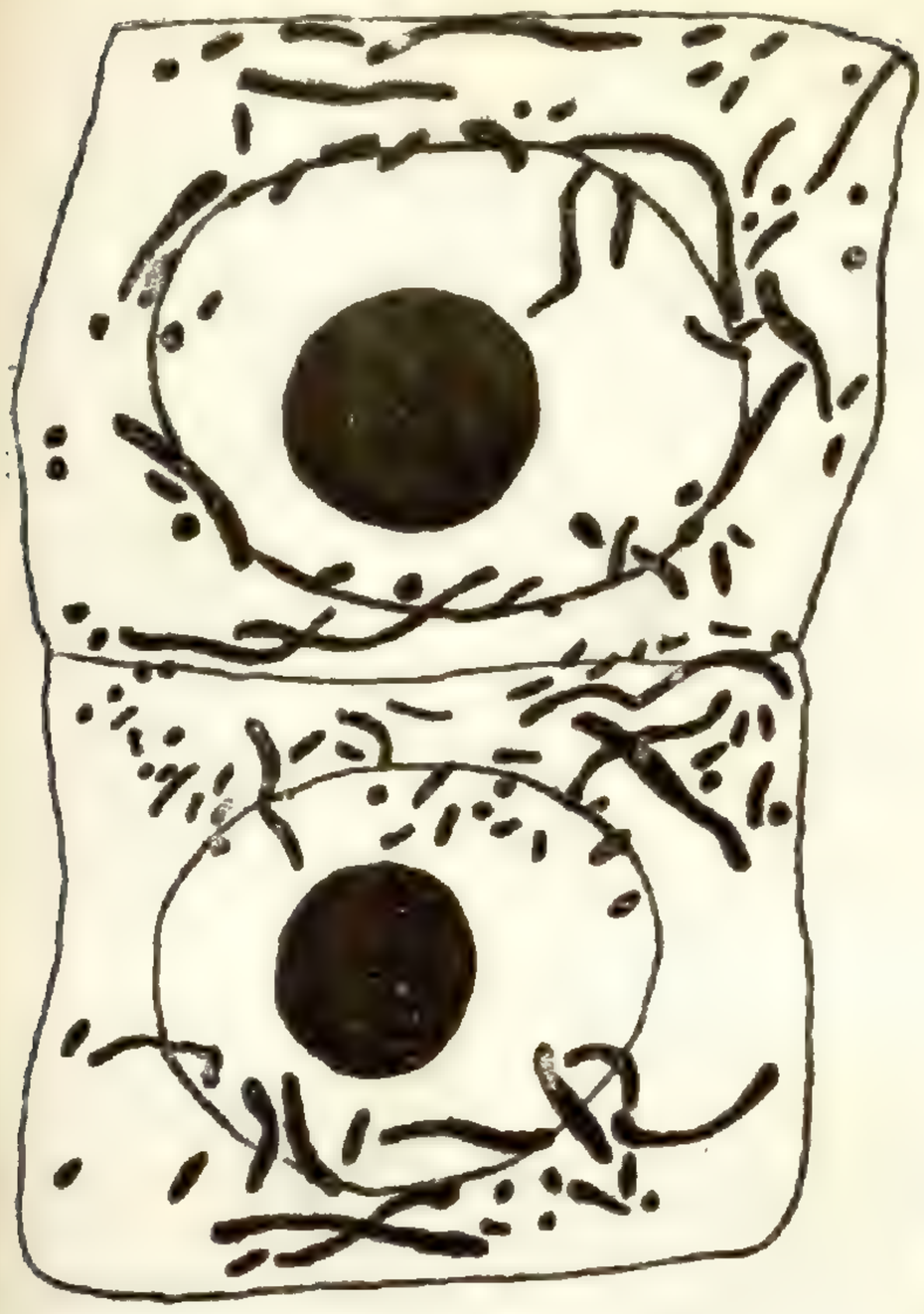
2

3



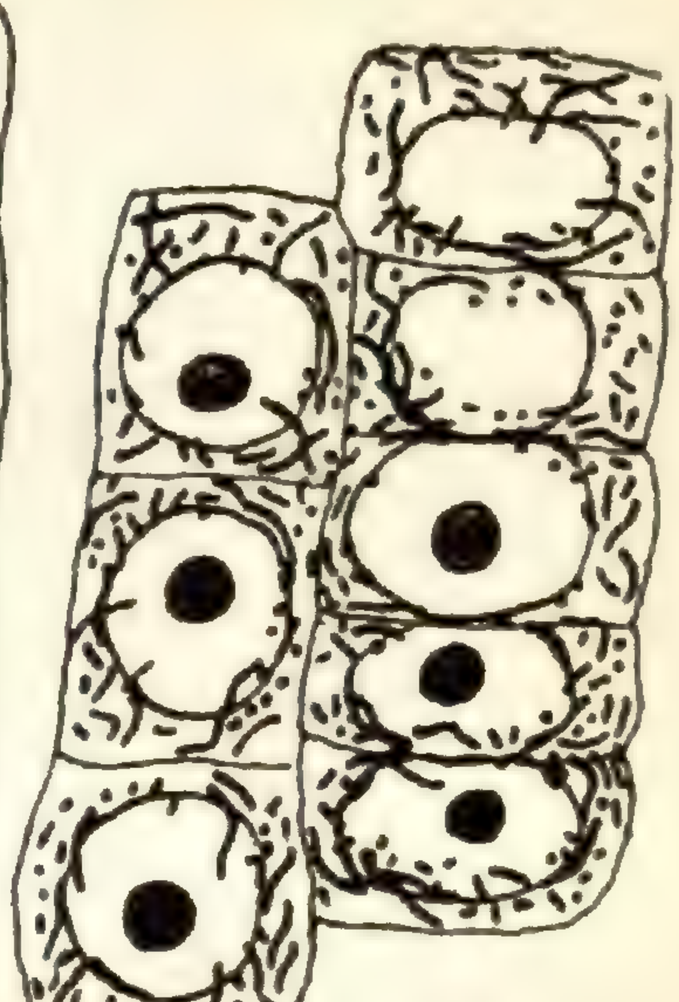
4

5



1

2



3

4

5

6

7

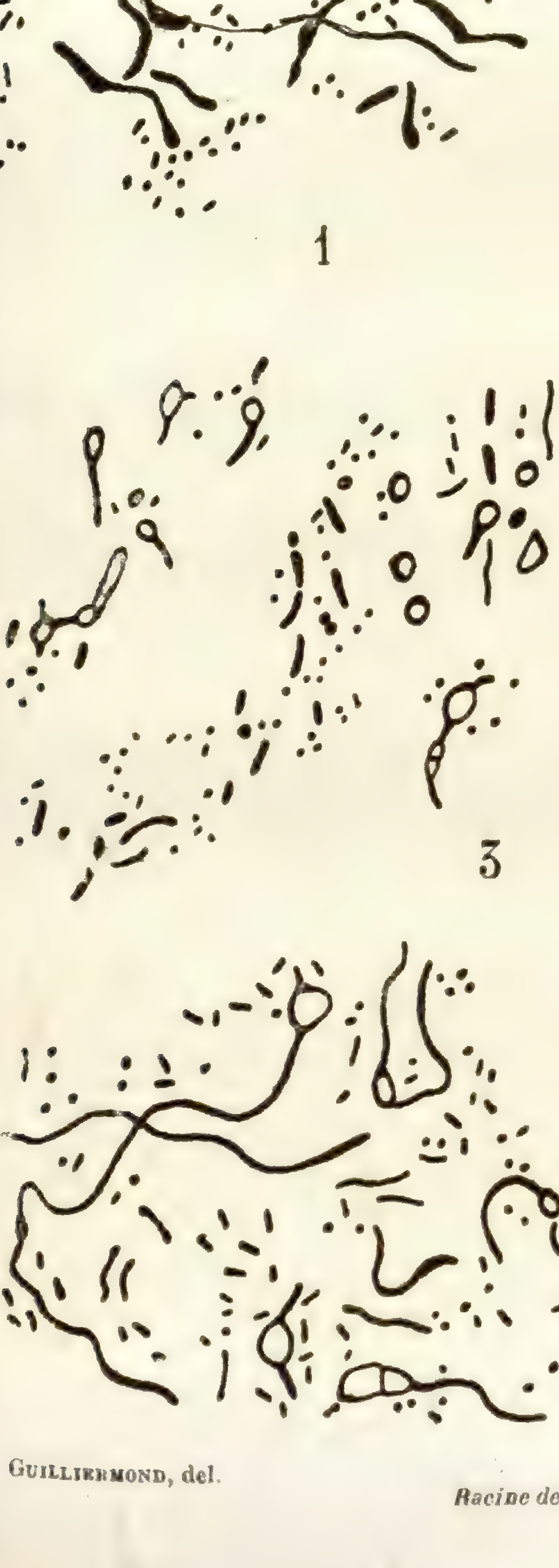
8

GUILLIERMOND, del. BAUN et Cie, sc.

Racine de Haricot. I.

1

2



3

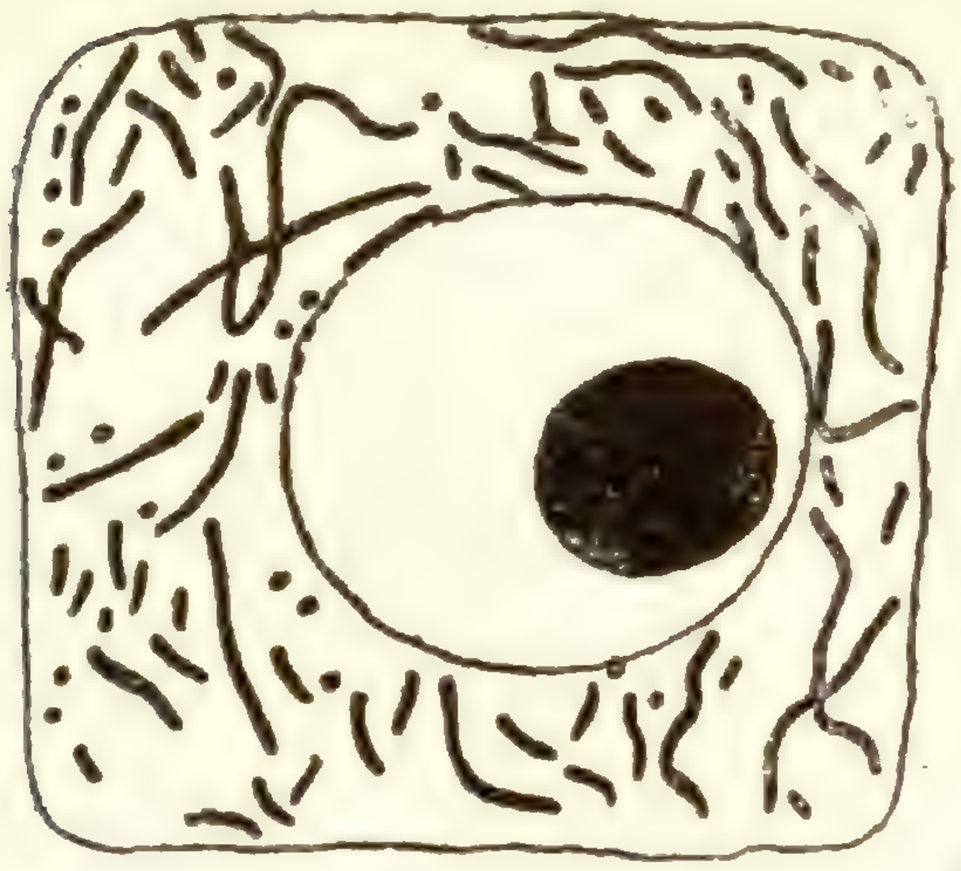
4

5

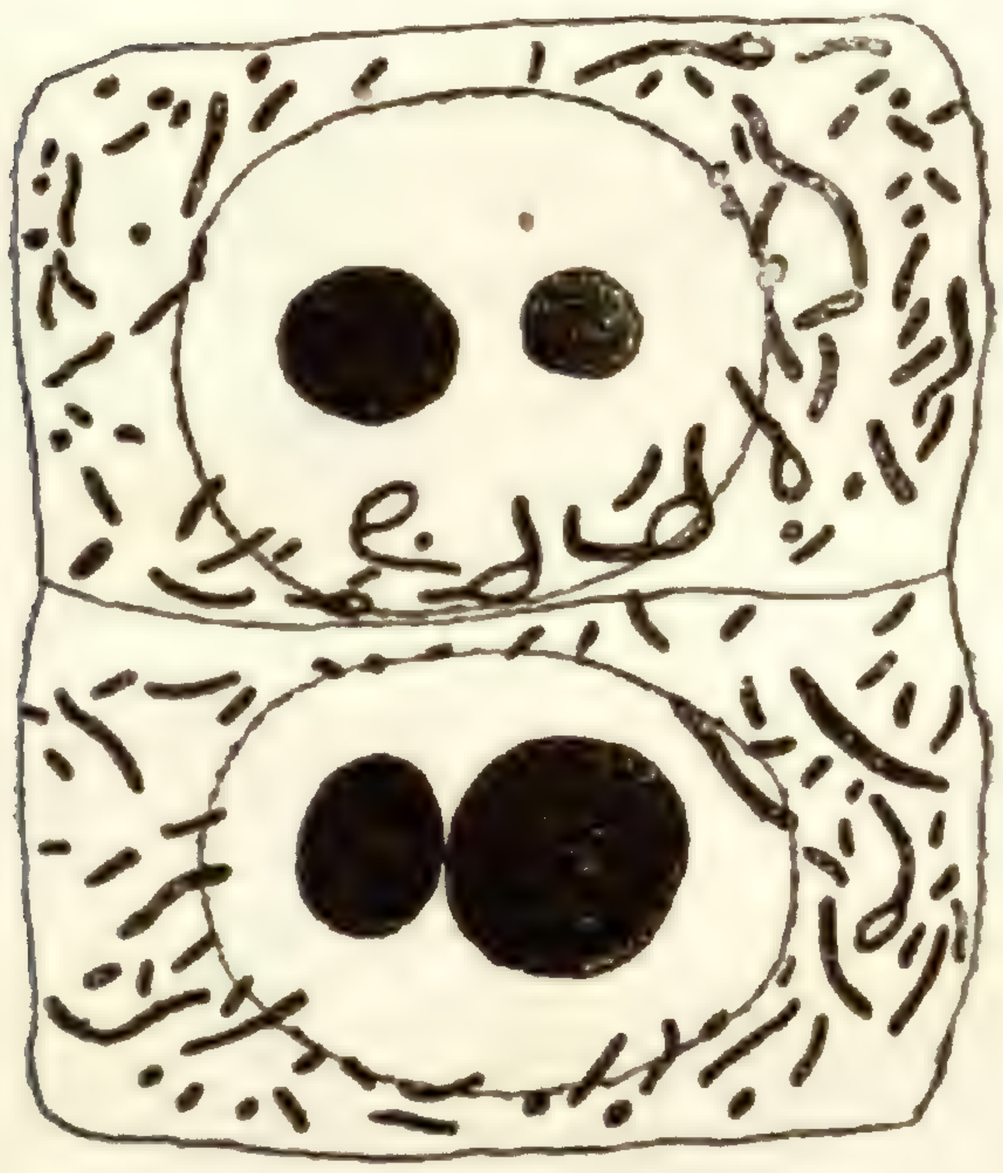
GUILLIERMOND, del.

Racine de Haricot. II.

BRUN et Cie, sc.

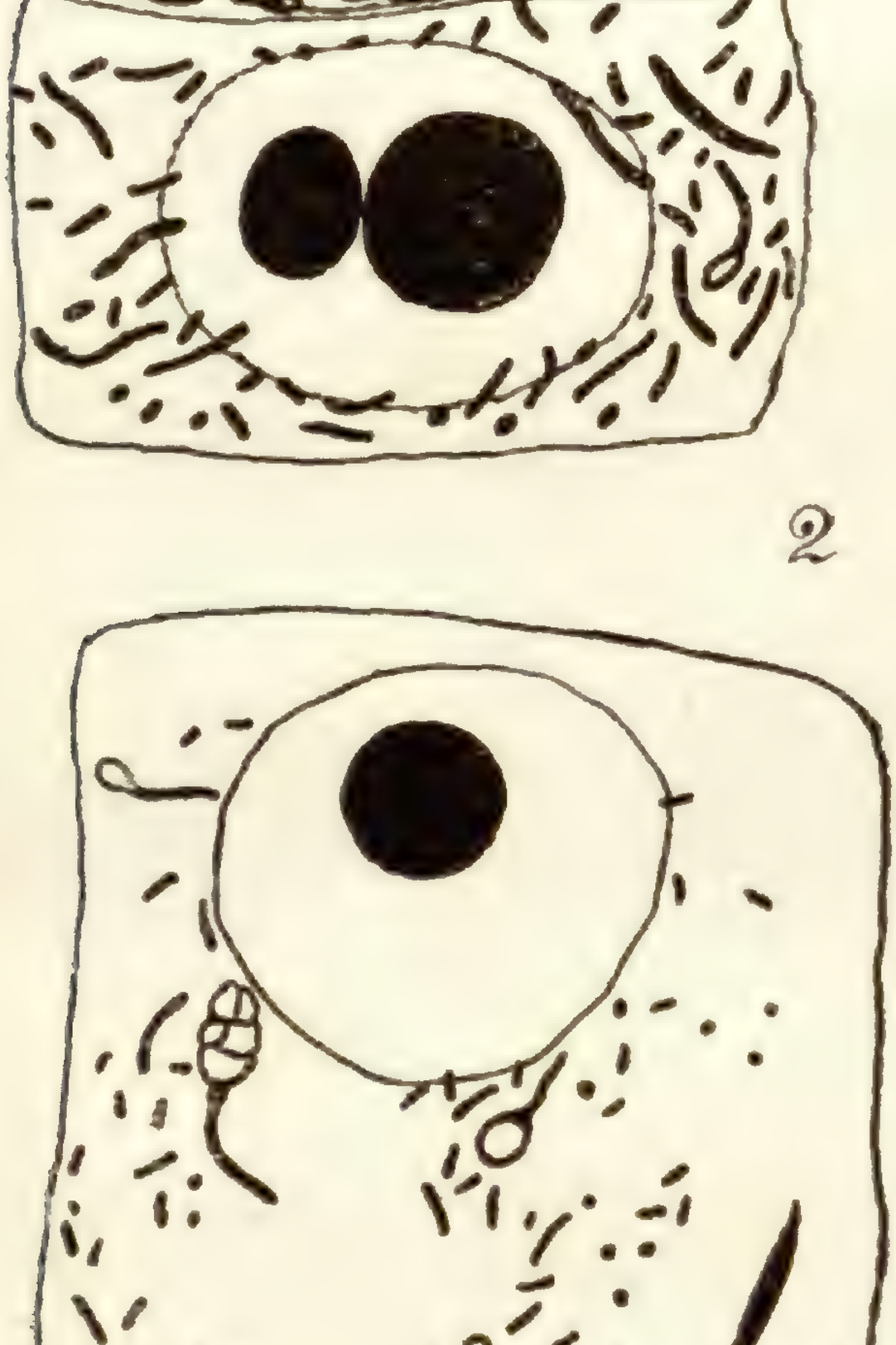


1

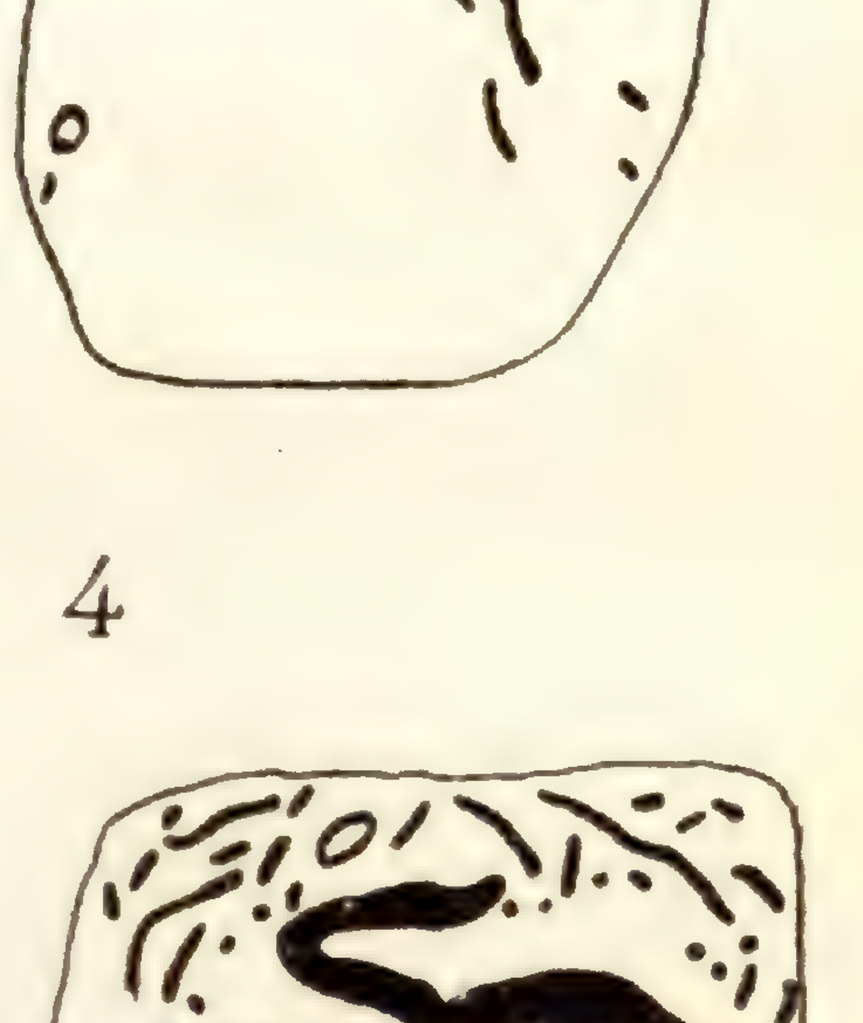


2

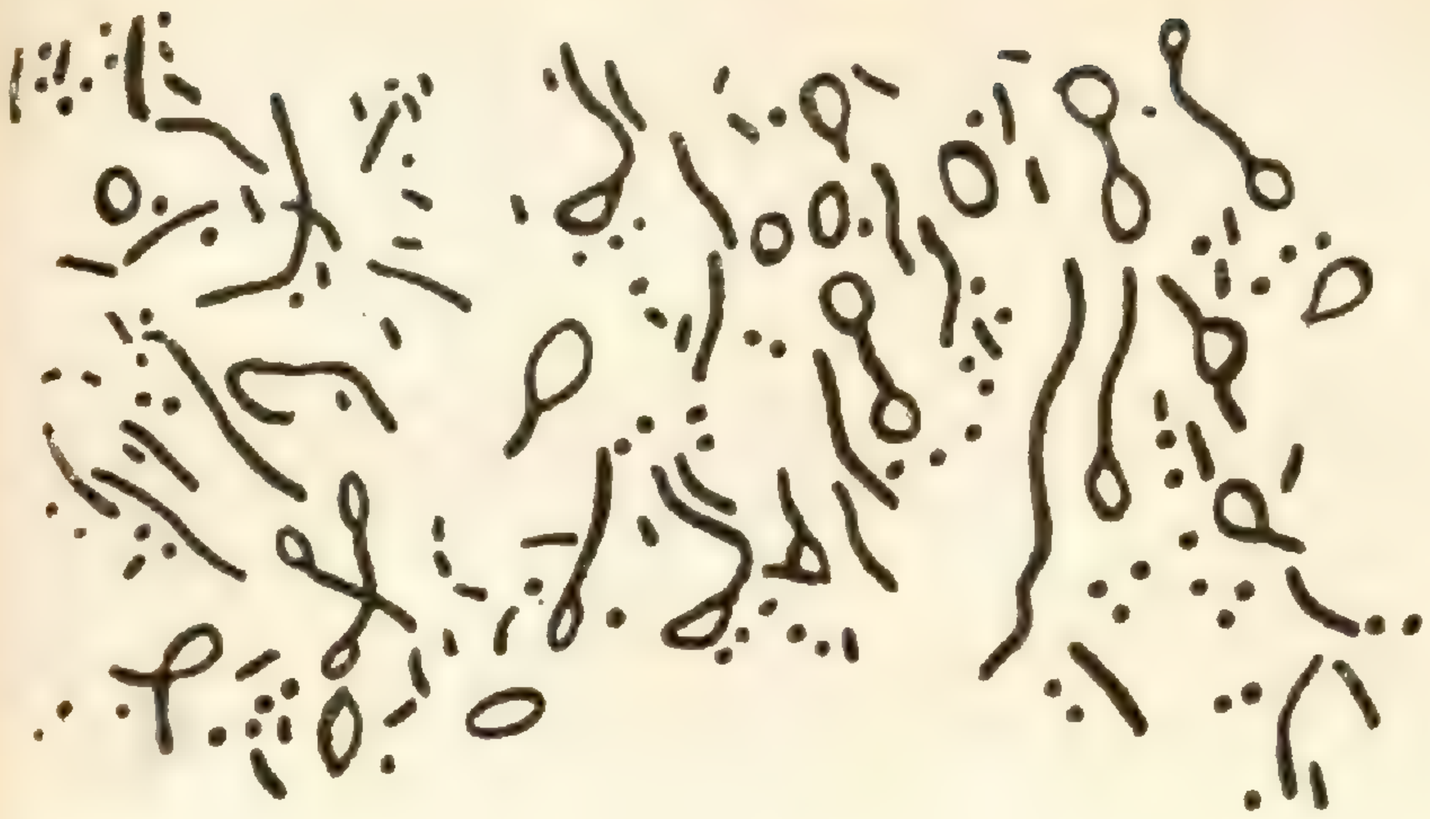
4



5

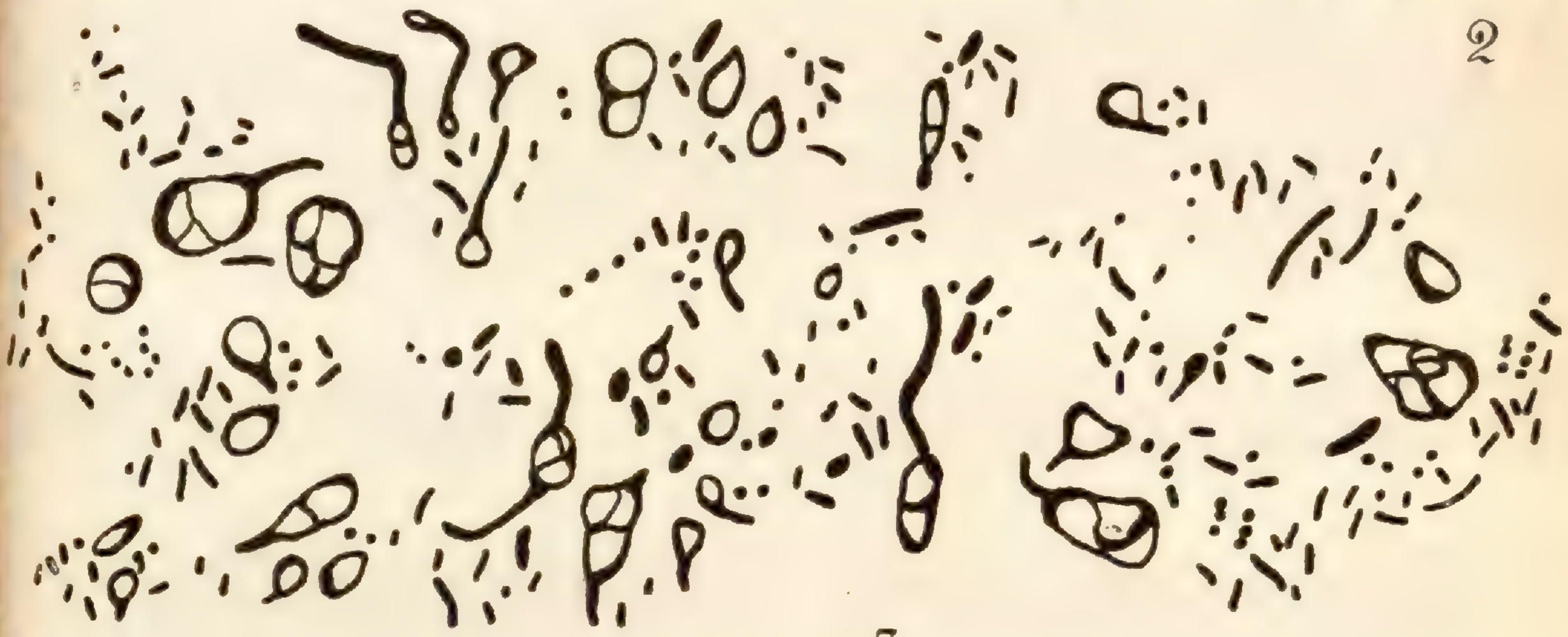


3

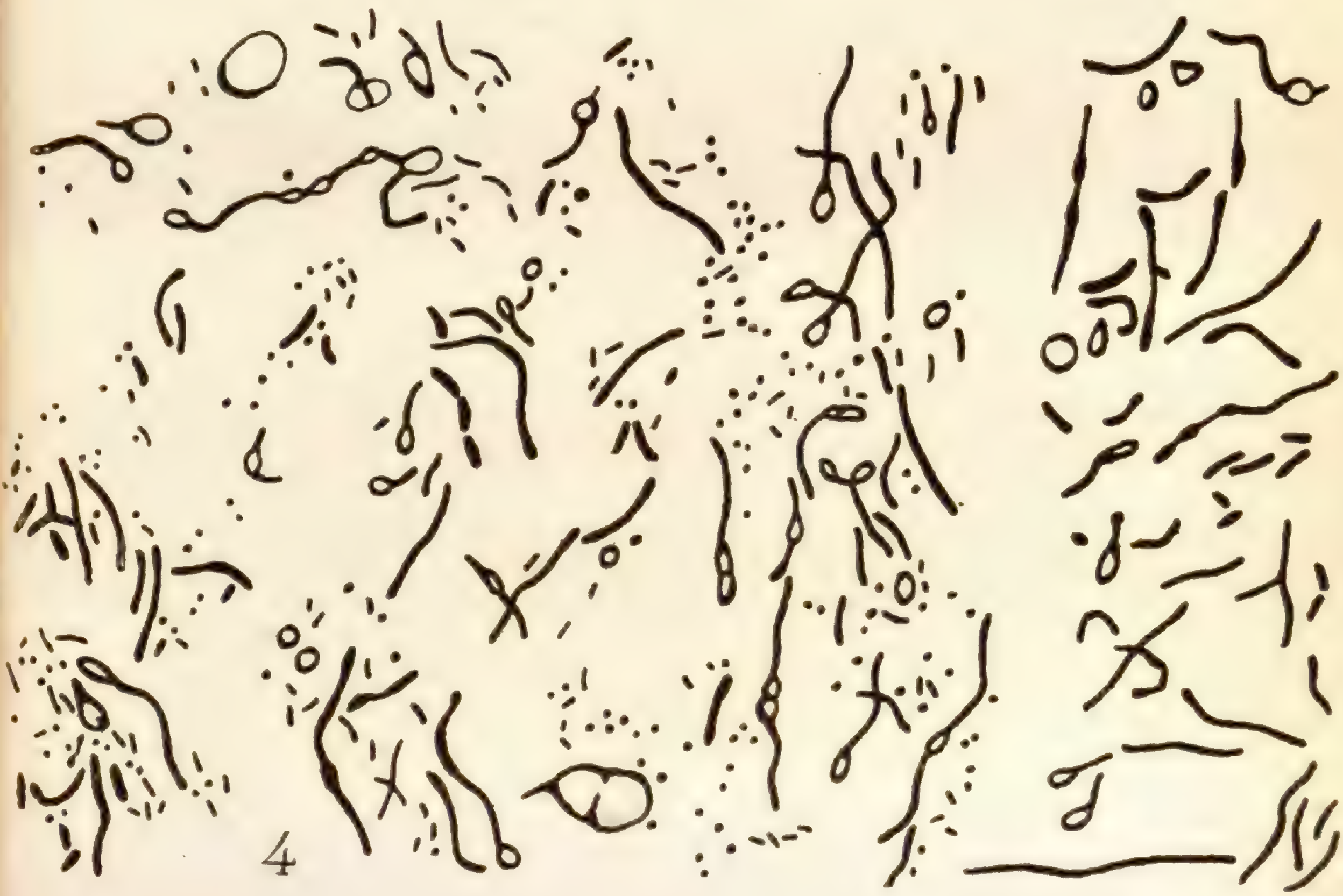


1

2



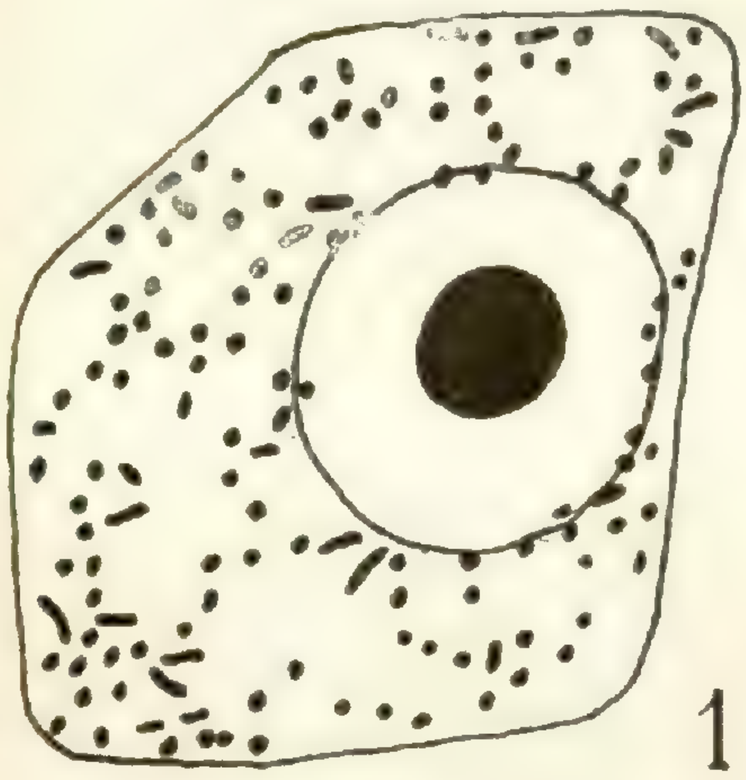
3



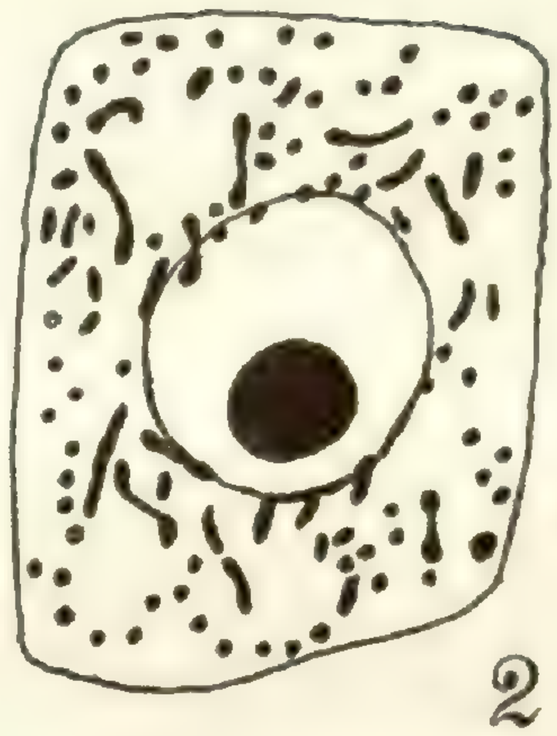
4

GUILLIERMOND, del. BRUN et Cie, sc.

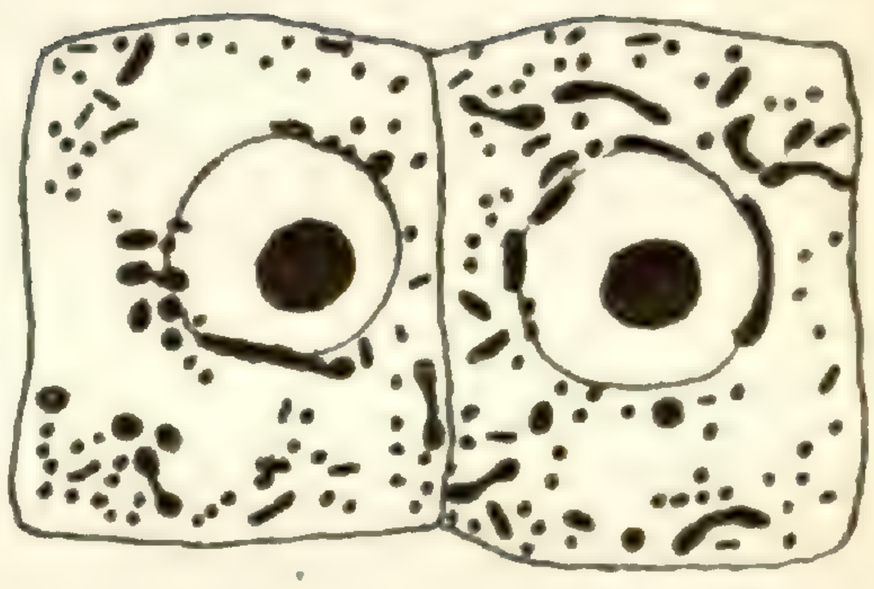
Racine de Pois II.



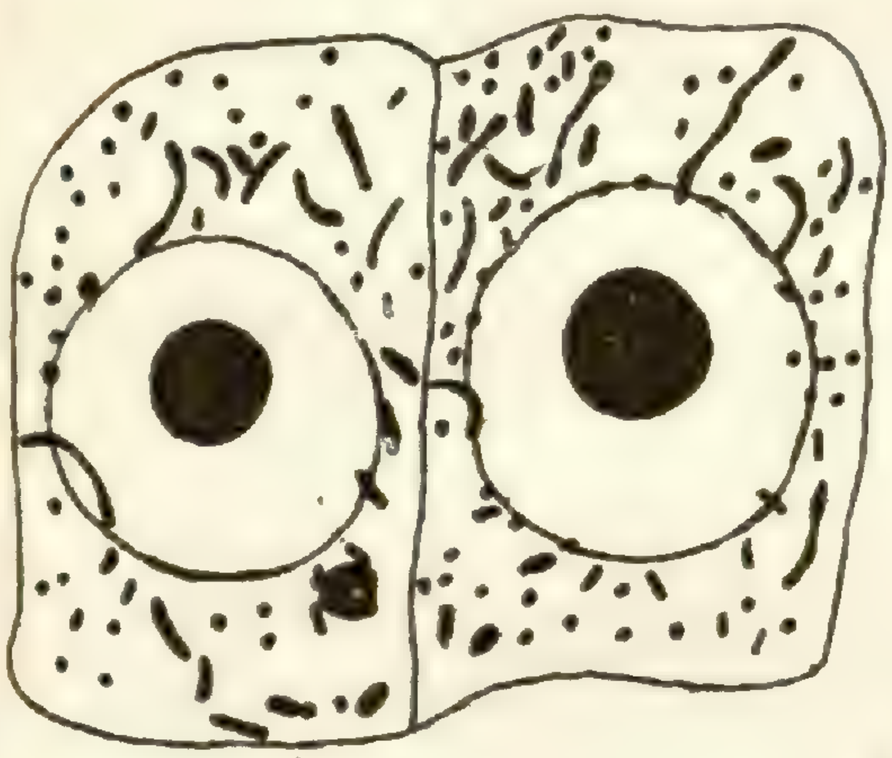
1



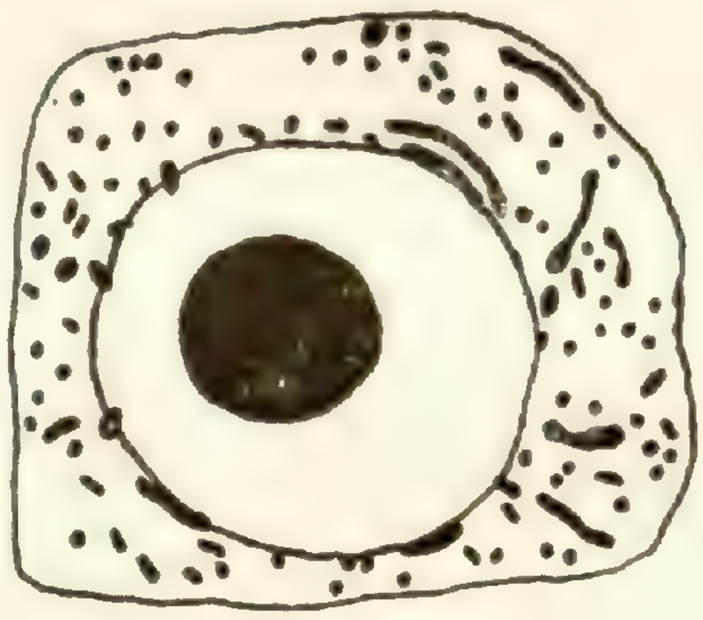
2



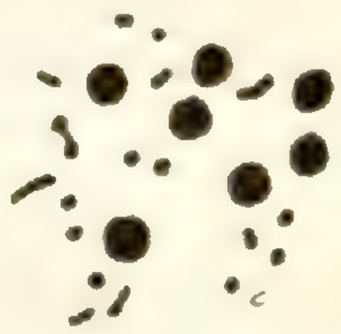
3



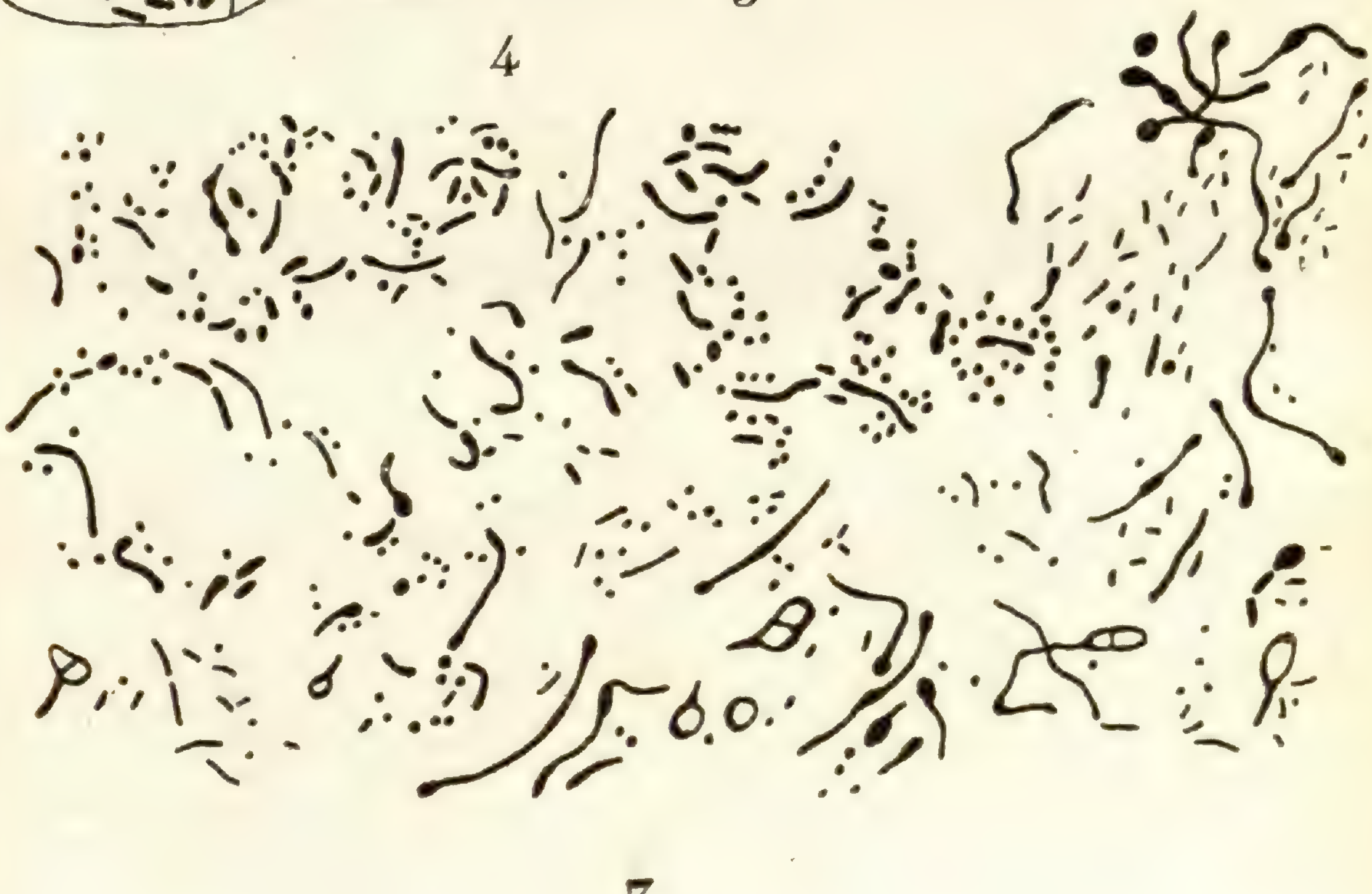
4



5



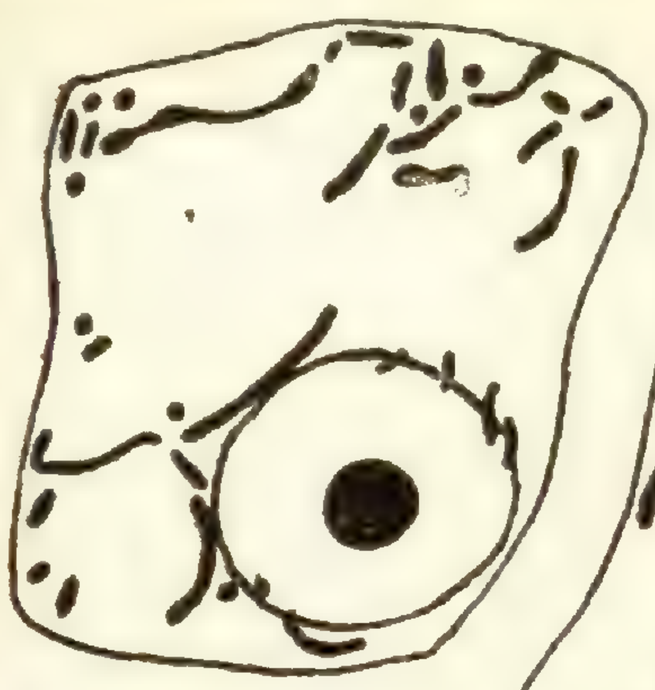
6



7

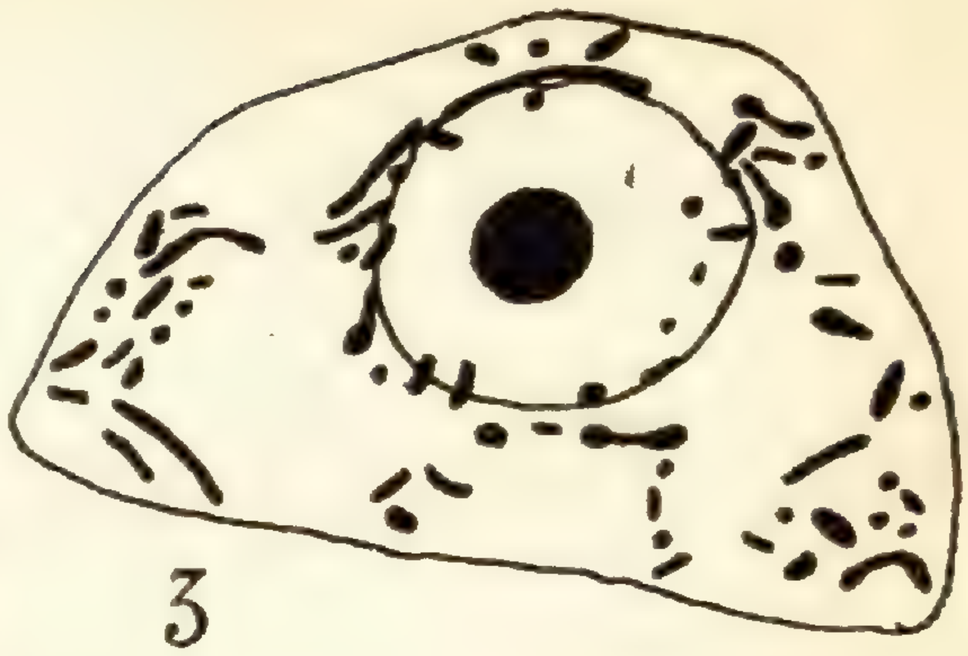
GUILLIERMOND, del. BRUN et Cie, sc.

Racine de Mais.

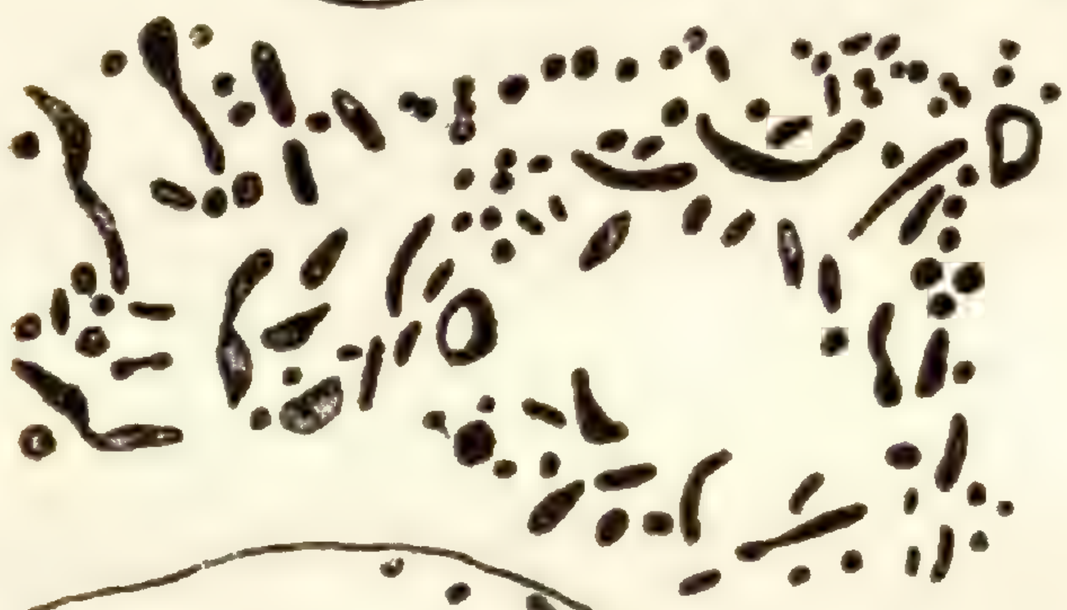


1

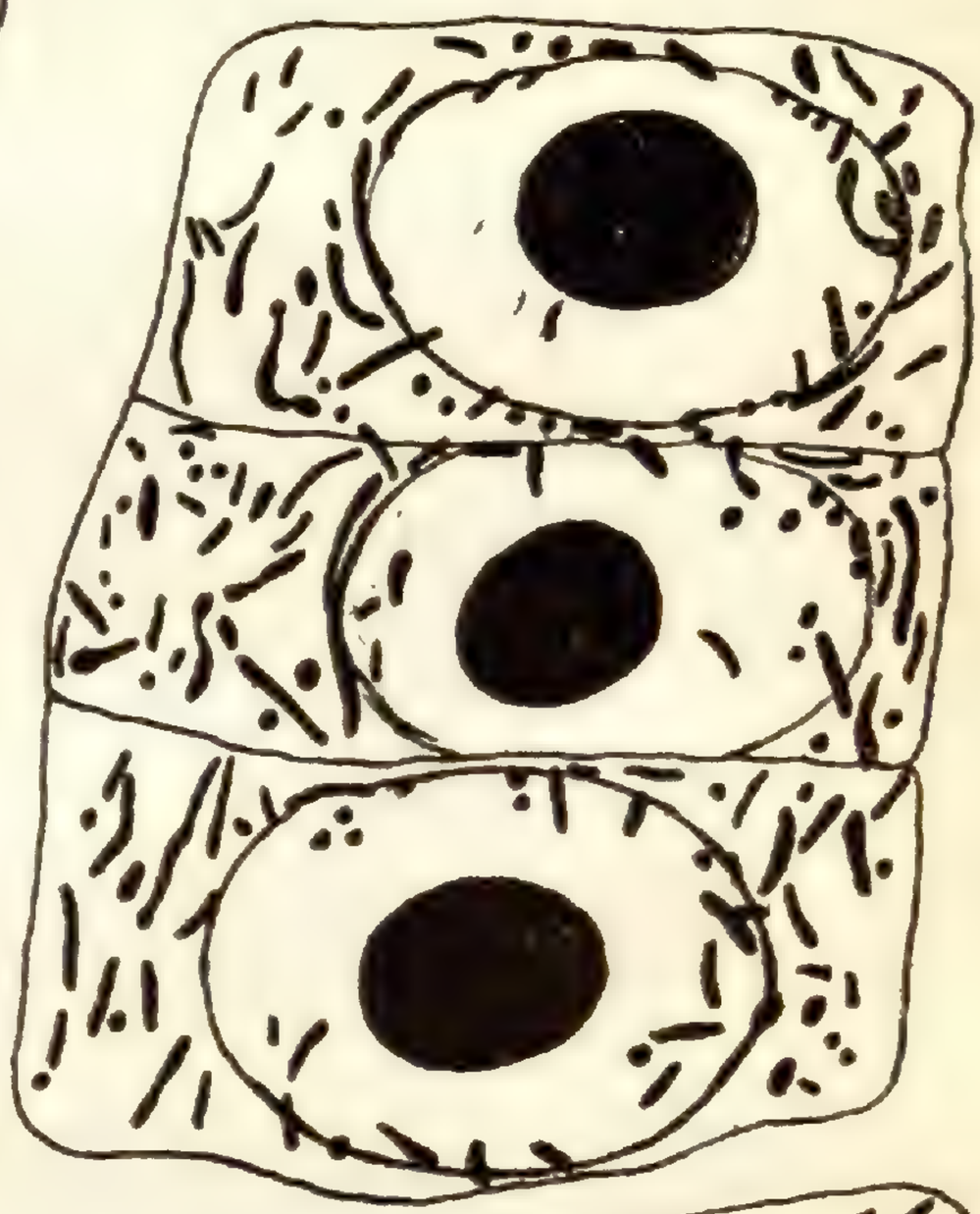
2



3

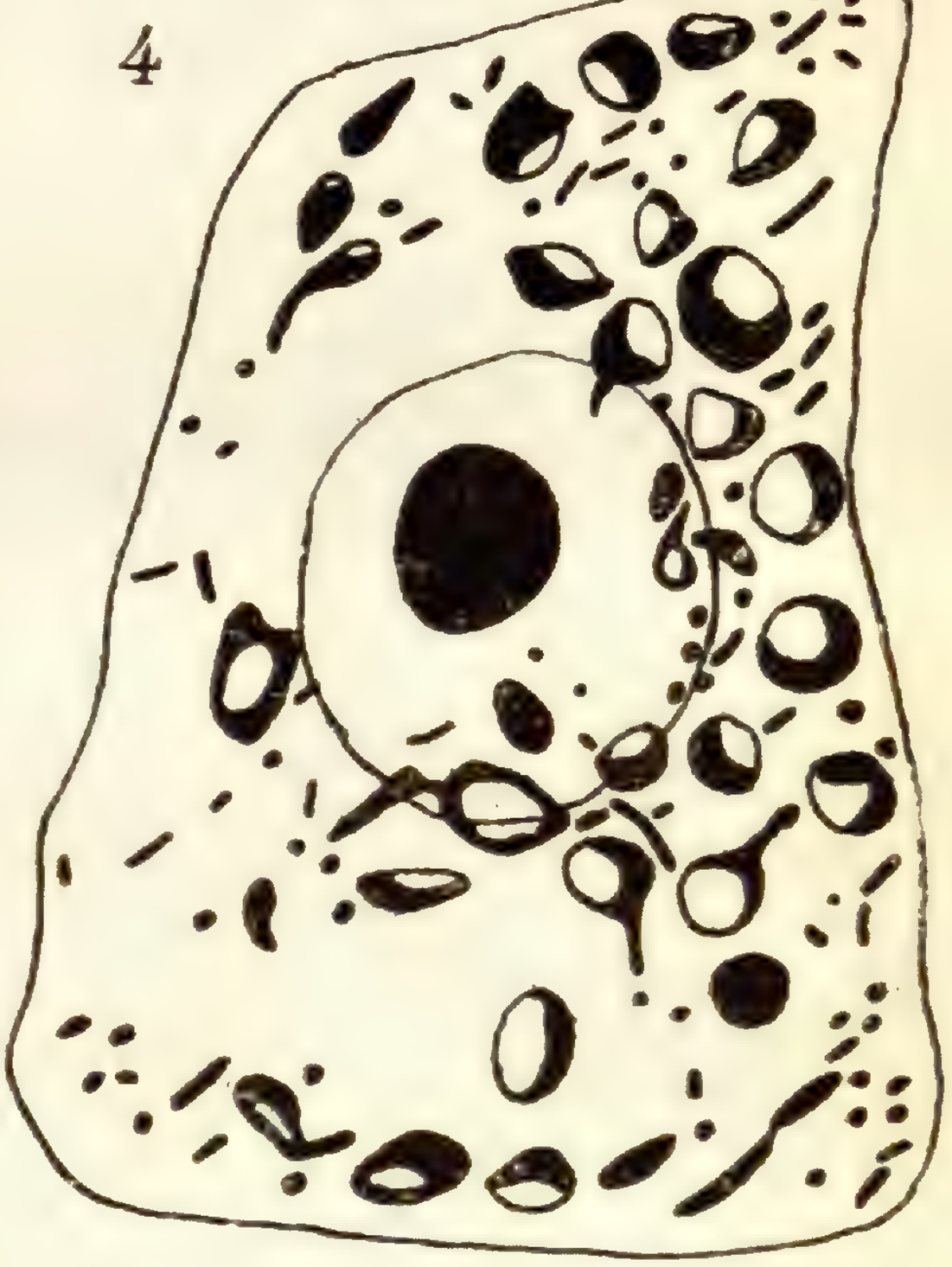


5



4

6



7

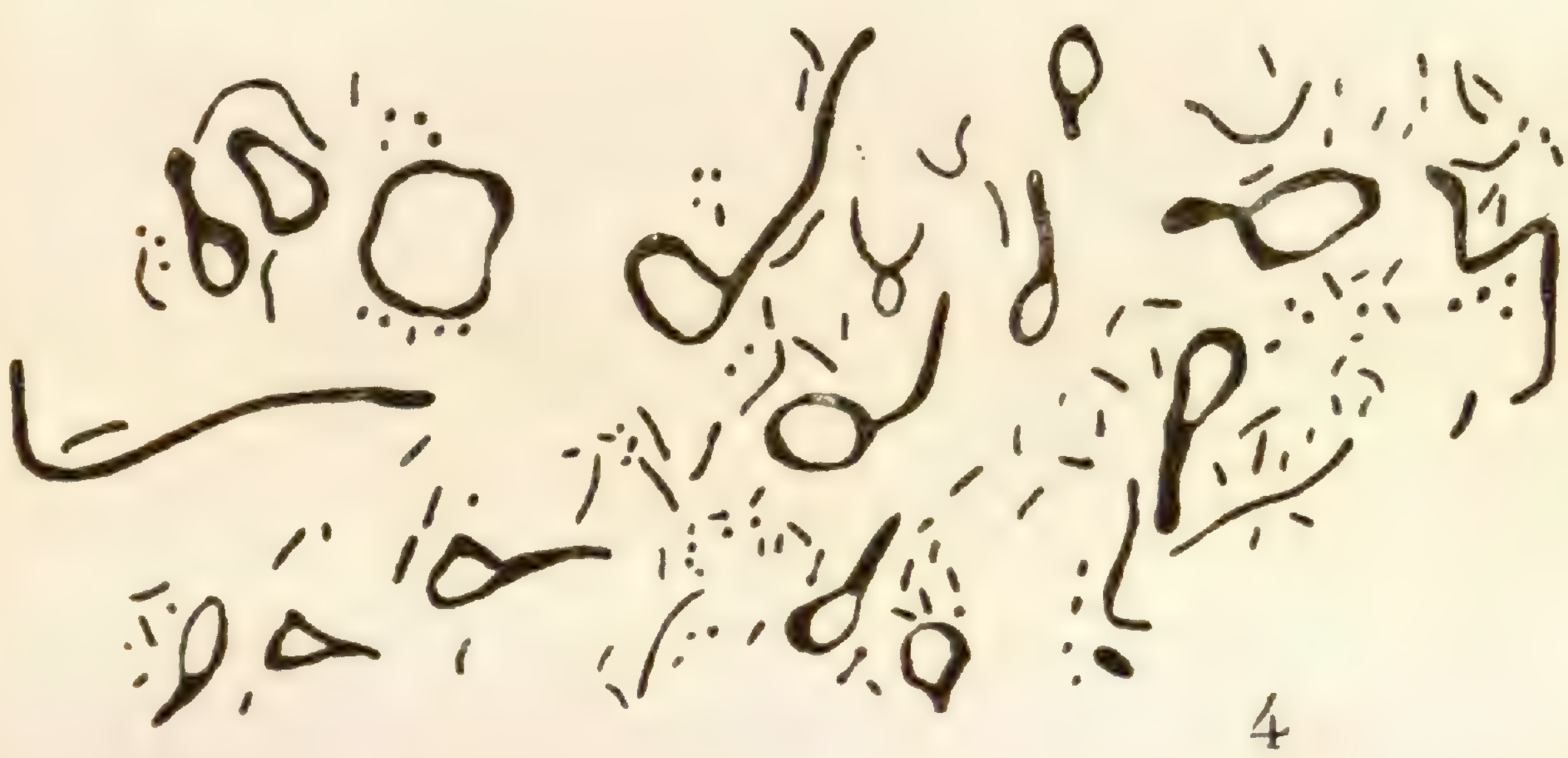
8

GUILLIERMOND, del. BRUN et Cie, sc.

*Bourgeon d'***Elodea canadensis**.

1

2 3



4

GUILLIERMOND, del. BRUN et Cie, sc.

*Cellules de stigmates d'*Iris germanica.

ÉMILE BOUDIER

Correspondant de l'Institut de France

1828-1917

NOTICE SUR ÉMILE BOUDIER

PRÉSIDENT D'HONNEUR DE LA SOCIÉTÉ MYCOLOGIQUE DE FRANCE

par M. Léon DUFOUR

En 1866, l'Académie de Médecine décernait l'un de ses prix à un Mémoire intitulé : « *Les Champignons au point de vue de leurs caractères usuels, chimiques et toxicologiques* ». C'était le premier travail mycologique d'un Pharmacien de Montmorency, Émile Boudier. Le début, comme on le voit, était remarquable. La suite justifia amplement les espérances que faisait concevoir un pareil début. En 1917 le Bulletin de la Société mycologique de France publiait une Note qui avait pour titre « *Dernières étincelles mycologiques* » dans laquelle étaient décrites avec précision et dessinées avec talent plusieurs espèces nouvelles de Champignons. L'auteur était Émile Boudier. De 1866 à 1917, pendant plus de 50 ans, durant toute une existence de labeur désintéressé, Boudier n'a pas cessé de s'occuper de Mycologie, et d'étendre les limites d'une science qu'il aimait avec passion.

Boudier est né en 1828, à Garnay (Eure-et-Loir). Il fit ses études de Pharmacie, fut reçu successivement Interne, puis Docteur en Pharmacie ; mais installé à Montmorency, il ne tarda pas à se consacrer uniquement à la science. Bel exemple que l'on voudrait voir suivi par beaucoup de personnes dispensées, par leur situation, du travail quotidien obligatoire pour subvenir aux nécessités de l'existence !

Boudier est un naturaliste comme il n'y en aura jamais assez, qui est en contact constant avec la nature, qui va lui-même chercher sur place ses matériaux de travail, qui observe les végétaux d'abord dans leurs conditions naturelles de mode de vie, de développement, et pour qui le travail technique en chambre n'est qu'un complément

destiné à fournir les données que l'on ne peut acquérir que par des observations de Laboratoire à l'aide d'instruments appropriés, et à permettre de fixer les résultats obtenus.

Ses explorations personnelles et incessantes des forêts des environs de Paris lui ont fourni la plus grande partie des documents d'où il a tiré ses nombreux travaux.

Un groupe de Champignons a surtout excité son zèle, les Discomycètes. Boudier a beaucoup contribué à faire connaitre ce groupe, à en débrouiller les difficultés de classification, à en étendre le champ par la découverte d'un grand nombre d'espèces nouvelles

Ses recherches patientes sur ce groupe l'amenèrent à publier en 188[illegible], un Mémoire des plus importants « *Nouvelle classification naturelle des Discomycètes charnus, connus généralement sous le nom de Pezizes* ». Dans ce travail, il proposait comme base de classification, non plus des caractères de forme extérieure, mais un caractère anatomique, le mode de déhiscence de l'asque. Suivant que l'asque, pour la mise en liberté des spores, s'ouvre par un petit opercule qui se détache au sommet, ou bien par une simple perforation dans la même région, Boudier divisait les Discomycètes en deux grands groupes, les *Operculés* et les *Inoperculés*. Il séparait ainsi, par exemple, des Morilles et des Helvelles, les Géoglosses que les classificateurs antérieurs considéraient comme des types voisins. En outre beaucoup de genres, trop vastes et par suite mal définis étaient démembrés, en unités génériques moins étendues, et se prêtant mieux à une définition précise.

Ce mode de classification n'a pas été généralement adopté par les descripteurs, et les ouvrages de classification postérieurs à la publication de Boudier maintiennent les anciens cadres.

Nous ne pouuons prévoir quelle opinion finira par prédominer Mais on peut dire que, actuellement, pour les Champignons supérieurs, Basidiomycètes, Ascomycètes, l'étude des caractères extérieurs, même en appliquant ce nom à la couleur des spores des Hyménomycètes, a fourni tout ce qu'elle est susceptible de donner. Pour étendre nos connaissances et fixer les affinités, il faut aller plus avant, s'adresser à des caractères d'un type entièrement nouveau, des caractères de structure anatomique.

La difficulté matérielle que l'on peut rencontrer pour constater un caractère n'est pas une raison pour le subordonner à d'autres

dont la connaissance est plus facile à acquérir; sa constance, la spécialisation biologique qu'il paraît indiquer, sont des éléments de haute valeur dans la recherche des affinités.

Disons de suite que la voie indiquée ici est celle dans laquelle sont nettement engagées les études mycologiques actuelles. On attache de plus en plus d'importance taxonomique aux caractères de structure : présence ou absence d'un pore germinatif pour les spores, existence ou non de paraphyses intercalées aux basides ou aux asques, particularités de formes de ces organes, etc. Ne commence-t-on pas à introduire dans les descriptions des espèces d'Agaricinées, les particularités anatomiques de la trame des lames ? Le genre *Corticium* dont les espèces sont si difficiles à bien définir, à distinguer les unes des autres, à cause de la différenciation relativement faible de la fructification, n'est-il pas maintenant fragmenté en plusieurs genres d'après les formes spéciales d'éléments entremêlés aux basides dans l'Hymenium (pseudophyses, dendrophyses etc ?)

Boudier lui-même a montré l'importance que peut avoir pour la définition des espèces, la présence de gouttelettes huileuses dans les spores. A première vue il peut paraître étrange d'attacher de l'importance à une ou deux gouttelettes d'huile, ou à un plus grand nombre dans la spore. Cependant quand dans certaines espèces on trouve ce fait absolument constant, que toutes les spores présentent une gouttelette centrale, que dans d'autres il y en a toujours deux, une près de chaque extrémité de la spore, ne doit-on pas donner à une telle particularité une signification dont il y a lieu de tenir compte dans la description d'une espèce et sa comparaison avec les espèces voisines (1)?

Les mycologues s'engageront de plus en plus dans l'étude des caractères anatomiques des Champignons supérieurs ; et alors peut-être un jour s'apercevra-t-on qu'en donnant une grande importance à des caractères de ce genre pour établir une classification naturelle, Boudier a été un précurseur.

(1) Boudier a insisté sur cette question dans un article intitulé « *De l'importance que l'on doit attacher aux gouttelettes oléagineuses contenues dans les spores chez les Discomycètes* » (*Rev. Gén. de Bot.* T. XXV bis, 1914). Cette Note a été oubliée dans la liste des travaux de Boudier publiée dans le T. 36 du Bulletin de la Société mycologique de France.

Quoiqu'il en soit, le prix Desmazières fut décerné par l'Académie des Sciences au Mémoire de Boudier sur la classification des Pezizes. Ce travail, ses publications antérieures déjà nombreuses, faisaient de Boudier un Maître reconnu en Mycologie.

On n'est réellement un Maître que si l'on a des Elèves ; Boudier en eut de nombreux.

C'est en effet, à peu près vers l'époque où Boudier avait publié le travail dont nous venons de parler qu'il avait groupé autour de lui cette phalange de jeunes mycologues désireux de ne pas se confiner dans des travaux de Laboratoire, et avides d'aller étudier la nature chez elle, sous la direction d'un guide d'une haute autorité ! Boudier organisa des herborisations mycologiques régulières, pour l'exploration plus fouillée des forêts des environs de Paris.

On se réunissait tous les samedis, à Montmorency ou à une station de la région, et l'on allait dans les forêts de Beauchamp, de Carnelle, d'Ecouen, de Chantilly. Boudier connaissait déjà bien toutes ces régions, et il nous conduisait aux stations les plus riches. Il nous apprenait comment on trouve des Champignons, soit dans des endroits qui ne paraissent pas en fournir, soit à des époques de l'année où l'on n'a pas l'habitude d'en chercher. Il savait où nous faire trouver les espèces les moins communes, et souvent c'était lui-même qui avait découvert ces espèces, ou au moins leurs stations préférées.

Et les plus petites espèces n'échappaient pas à son œil exercé. Il nous faisait arracher une fronde de Fougère Aigle, et nous disait de regarder à la base, sur la partie noirâtre, on apercevait un petit point blanc brillant. « Qu'est-ce que vous voyez ? — Un petit grain de sable. — Regardez bien, prenez votre loupe. — C'est une petite Pezize. — Parfaitement, le *Micropodia pteridina* ». Ailleurs sur un talus ombragé et humide on recueillait une touffe d'Hépatiques, et après un examen minutieux on finissait par apercevoir une petite boule verte qui n'avait pas plus de 2 mm. de diamètre. C'était le *Mniæcia Jungermanniæ*. Et l'on revenait le soir avec une ample récolte et des connaissances nouvelles.

Car, pendant ces promenades où la cordialité, la bonne humeur, l'ardeur de Boudier ne se démontaient pas, les conversations allaient leur train. Des entretiens de ce genre, avec un tel Maître, sont singulièrement instructifs, soit que le guide donne à ses auditeurs sur

des questions de détail, des renseignements précis que l'on ne trouve dans aucun livre, mais que son expérience lui a fait connaître, soit que, s'élevant à des considérations plus générales, il ouvre sur les méthodes scientifiques, sur les problèmes à l'ordre du jour, des horizons nouveaux, il émet des idées personnelles qui frappent l'esprit des Elèves, les invitent à réfléchir, leur créent progressivement une discipline scientifique.

Ces promenades, et celles qu'il faisait isolément, procuraient à Boudier des documents nombreux. Revenu chez lui il étudiait, classait, dessinait et bientôt il put faire paraître une œuvre magistrale. Nous voulons parler des *Icones mycologici*.

Cet ouvrage contient la description et la figuration en couleurs d'environ 600 espèces de Champignons. Les descriptions sont précises, les dessins admirables. Car Boudier n'était pas seulement un savant ; il était aussi un artiste, et il faisait de l'aquarelle avec un talent remarquable.

Chaque espèce est représentée en grandeur naturelle, dans les conditions où on la rencontre, puis souvent reproduite à une plus grande échelle pour en faire mieux connaître les détails ; puis toujours le dessin anatomique : hymenium, basides, asques, spores paraphyses, détails particuliers intéressants. Et pour les organes analogues, les dessins sont toujours faits au même grossissement ; cela facilite beaucoup les comparaisons. Parmi toutes les espèces figurées, beaucoup ont été découvertes par Boudier lui-même.

Pour la postérité, les *Icones mycologici* compteront parmi les monuments les plus remarquables élevés en l'honneur de la science mycologique.

Ce travail capital dont la publication dura cinq ans, et dont l'exécution en avait demandé vingt, n'empêchait pas la publication régulière de nombreuses Notes d'une valeur incontestée, éloquent témoignage de l'activité scientifique de Boudier.

Un membre de la société mycologique avait insisté sur cette idée que, dans le domaine de la classification, les questions en apparence les mieux étudiées, présentent encore bien des points à propos desquels les mycologues sont loin d'être d'accord. Il donnait comme exemple le genre *Amanita* qui est certes l'un des mieux circonscrits et des plus connus parmi les Agaricinées. Et cependant, il existe de nombreuses divergences entre les mycologues relati-

vement à la manière de comprendre certaines espèces, d'interpréter certaines descriptions et diverses figures des anciens auteurs. D'où, l'utilité qu'une plume autorisée vint reprendre la question *ab ovo*, exposer clairement les points litigieux et proposer une solution susceptible de créer un accord définitif.

On comprend de suite qu'une solution absolue d'un tel problème est impossible. Pour une question de ce genre il restera toujours dans nos connaissances des lacunes, dans les documents des éléments pouvant prêter à contestations, et surtout des divergences entre les diverses mentalités des naturalistes, d'où des interprétations variées et des oppositions irréductibles.

Néanmoins, dans cet ordre d'idées, bien des précisions peuvent être obtenues, bien des progrès réalisés. Nul n'était plus autorisé que Boudier à présenter l'état actuel de la question, les difficultés existantes, et à tirer des conclusions auxquelles sa compétence devait donner un grand poids.

Boudier publia ses « *Observations sur quelques-unes des principales espèces d'Amanites* ». En s'appuyant sur son expérience personnelle, sa connaissance approfondie des espèces et de leur variabilité, en étudiant avec un soin méticuleux les textes descriptifs des auteurs, en comparant les figures classiques, Boudier arrivait à des conclusions précises sur les formes qu'il fallait rattacher à un même type spécifique et sur celles qui, différant par des caractères bien définis, bien constants, devaient constituer des unités distinctes. Peut-être peut-on dire qu'il ne laissait en suspens que les points sur lesquels les discussions ne sont pas susceptibles de disparaître jamais.

Antérieurement, Boudier avait fait paraître une « *Révision analytique des Morilles de France* », travail analogue au précédent, inspiré par les mêmes idées et présentant les mêmes qualités de précision scientifique.

Des questions générales d'un autre genre faisaient l'objet de Mémoires aussi soignés Notons par exemple son travail relatif à l'« *Influence de la nature du sol et des végétaux qui y croissent sur le développement des Champignons* » publié à l'occasion du Congrès international de Botanique lors de l'Exposition universelle de 1900. Le savant Maître ne croyait pas déroger en publiant des notes de technique opératoire ; telles sont les « *Considérations générales et pratiques sur l'étude microscopique des Champignons* » dans lesquelles

l'auteur indiquait les procédés pratiques à employer pour étudier les caractères anatomiques de ces végétaux. Ces procédés étaient ceux qu'il employait lui-même, qui lui fournissaient les résultats de ses belles études et lui permettaient d'exécuter ses belles aquarelles.

Nous n'entrerons pas plus avant dans le détail des multiples articles que Boudier a publiés dans le cours de sa vie scientifique, et dans la plupart desquels il a fait connaître un grand nombre d'espèces inconnues avant lui.

En 1908, Boudier fit dans son jardin une chute malheureuse qui lui cassa la jambe, et à la suite de laquelle il ne lui fut plus possible de marcher que difficilement, même appuyé sur une canne. Adieu les promenades agréables, les fructueuses herborisations ! Un savant moins actif, moins passionné, aurait pu croire que c'était là une invite au repos. Il n'en fut pas ainsi pour Boudier.

Sa compétence, universellement reconnue, l'avait mis en relations avec la plupart des botanistes qui, en France et même à l'étranger, s'occupent de mycologie systématique. On le consultait quand on était embarrassé, on lui envoyait les espèces litigieuses, et tous ces envois lui fournissaient des matériaux de travail. Il continuait à travailler, à dessiner.

Et il envoyait tous les renseignements qui lui étaient demandés. Et, au ton de ses lettres, on aurait pu croire parfois que c'était lui l'obligé. « J'ai bien reçu ce matin votre envoi et viens vous en remercier », m'écrivait-il un jour. Puis, comme j'avais, une fois, émis la crainte que j'avais, d'abuser de son inlassable complaisance, il me répondit : « Vous n'abusez jamais de moi ; au contraire, je suis toujours heureux de recevoir des envois qui me font voir des espèces que je ne peux plus aller recueillir moi-même ». Un autre jour il me disait : « Ces envois sont toujours un lien, et un lien solide, qui me rattache à mes élèves, plutôt des amis, et je serais peiné qu'on put se gêner avec moi, qui suis au contraire bien heureux quand je puis aider quelques mycologues dans leurs déterminations ». On voit que chez Boudier l'amabilité de l'homme était à la hauteur de la compétence du savant.

Une année où l'abondance des champignons avait été particulièrement remarquable, il m'écrivait : « Je me maintiens encore comme vous m'avez vu, passant mon temps à l'examen des espèces que je reçois. Il y a abondance cette année, *je ne chôme pas* ». Il

m'écrivait cela en 1912 : il avait 84 ans. « Je ne chôme pas » quel beau mot de travailleur, quand il est écrit par un octogénaire ! Et sa puissance de travail ne se démentait pas, car il ajoutait : « Je suis débordé par les envois qui m'arrivent de tous côtés ; mais *je suffis* malgré cela, heureux de l'abondance que je reçois ».

Et la note enthousiaste, l'amour passionné de la science se manifestaient toujours chez lui : Il écrivait : « Çà a été un plaisir pour moi de voir ces espèces dont quelques-unes sont assez rares. — J'ai été très heureux de recevoir votre *Polyporus tomentosus* que je n'avais trouvé qu'une seule fois, il y a longtemps à Fontainebleau. Çà a été un plaisir pour moi de le revoir ». Et un autre jour : « sitôt arrivé, sitôt examiné votre intéressant Bolet ».

Presque au début de sa carrière scientifique Boudier avait été élu Correspondant de l'Académie de Médecine. En 1909 il le fut de l'Académie des sciences, et peu après il reçut la croix de Chevalier de la Légion d'Honneur.

A cette occasion les mycologues français tinrent à lui témoigner le bonheur qu'ils éprouvaient de cet éclatant hommage rendu à sa vie de labeur, aux services dont la science lui était redevable. Un banquet lui fut offert et il eut à ses côtés presque trois générations de mycologues. Les plus âgés, presque ses contemporains, avaient à lui témoigner leur sincère admiration ; d'autres étaient à des degrés divers les héritiers, les continuateurs de sa méthode scientifique, ou lui devaient plus encore, ayant été initiés par lui-même aux connaissances mycologiques. Tous étaient unis dans un même sentiment de respectueuse affection. Aussi quelle cordialité présida à cette réunion, et comme le vieux Maître fut heureux de se sentir ainsi entouré de ses Elèves qui étaient ses amis, de ses amis qui étaient ses admirateurs !

Boudier a été l'un des fondateurs de la *Société Botanique de France* ; des botanistes qui ont coopéré à cette création il a disparu le dernier. C'est dans le Bulletin de cette Société qu'il a publié la plupart de ses travaux mycologiques de 1872 à 1885.

Il a fait partie aussi des mycologues qui ont fondé, en 1884, la *Société Mycologique de France*. La Société se proposait pour buts : de créer des rapports plus étroits entre les divers mycologues français et de coordonner leurs efforts pour les rendre plus féconds ; de mettre à la disposition des chercheurs un recueil qui assurât à

leurs travaux plus de facilité de publication et plus de publicité ; de propager toutes les connaissances théoriques et pratiques relatives aux Champignons.

La Société a maintenant plus de trente ans d'existence ; l'on peut dire qu'elle a répondu aux espérances de ses fondateurs, et que, de plus en plus, elle fait œuvre utile et féconde.

Cette société dont il était le père, Boudier la chérissait ; il travaillait sans cesse à ses progrès, et s'intéressait passionnément à ses travaux, même quand l'âge et les infirmités l'empêchaient d'en fréquenter assidûment les séances. La Société le remercia en le nommant son Président d'honneur.

Parmi les moyens que met en œuvre la Société, pour répandre dans le pays les connaissances sur les Champignons, figurent des sessions extraordinaires, tenues successivement çà et là dans les diverses parties de la France. De beaucoup de ces réunions, Boudier a été l'âme. Pendant les excursions qui étaient organisées, il était, on peut le dire, assiégé par tous les chercheurs qui le consultaient sur une espèce qu'ils venaient de récolter, lui faisaient une foule de questions. Boudier trouvait moyen de répondre à tous avec une charmante bonne humeur et souvent donnait beaucoup plus de renseignements qu'on ne lui en avait demandés. Ce devait être fatigant pour lui ; et cependant son activité avait encore à s'exercer. La promenade terminée, il y avait lieu, pour l'exposition publique qui terminait la session, de choisir les espèces qui devaient y figurer, les nommer bien exactement, les classer. De tous les excursionnistes assez compétents, assez zélés pour s'occuper de ce soin, Boudier était parmi ceux dont le concours était le plus nécessaire ; c'était aussi le plus actif, le plus dévoué.

Et un peu plus tard Boudier tenait souvent à publier un compte rendu de la session dans lequel il faisait ressortir, avec sa précision habituelle, les résultats obtenus. Il montrait quel caractère spécial avait présenté la végétation fongique des régions explorées, soit à cause des conditions climatériques de l'année, soit d'après la nature des terrains rencontrés. Il ne s'arrêtait pas à donner une sèche nomenclature des espèces trouvées ; mais il savait choisir, parmi elles, celles dont la présence ou la fréquence fournissait des conclusions d'une signification biologique et d'un intérêt général, qu'il excellait à mettre en vive lumière.

Et le Bulletin de la Société, voilà encore une création à laquelle Boudier s'intéressait vivement ! Si ce Bulletin est devenu ce qu'il est, un périodique répandu partout où l'on s'occupe de Mycologie, hautement apprécié, dans lequel ont paru des Mémoires de premier ordre, qu'il est indispensable de consulter si l'on veut suivre les progrès réalisés en Mycologie depuis trente ans, c'est en grande partie à Boudier qu'il le doit. Il n'est guère de problèmes mycologiques, ayant successivement attiré l'attention des botanistes, qui n'aient été l'objet de diverses recherches publiées dans ce Bulletin. C'est là que, depuis la fondation, Boudier a fait paraître la plupart de ses travaux, en dehors de ceux qui dépassent les limites de ce qui peut être inséré dans une Revue. Presque chaque année le nom de Boudier figure plusieurs fois parmi les auteurs de notes. C'est à son cher Bulletin que Boudier a donné ses « Dernières étincelles mycologiques » écrites à 89 ans.

Cependant la vieillesse se faisait de plus en plus sentir. En 1914 l'invasion menaçante approchait de Paris. Boudier ne pouvait avoir oublié qu'en 1870 les Allemands avaient pillé ses collections. A quoi n'aurait pas pu être exposé un vieillard si Montmorency avait été occupé ! Boudier crut prudent de se rendre chez ses sœurs, à Blois. On a vu qu'il y travailla encore. Le danger passé il put revenir chez lui, revoir une dernière fois, sa maison, ses chers livres, ses précieuses collections. Cependant la solitude ne pouvait lui être que de plus en plus pénible. Il retourna à Blois et c'est là que la vie s'est retirée de lui, en 1920, doucement, comme doucement la lumière se retire de la terre, à la fin d'un beau soir d'automne.

Cette notice est un pieux hommage rendu par un Elève à un Maitre vénéré. Si j'ai pu donner une idée, bien incomplète des qualités du savant et de l'homme, on admirera cette belle existence qui fut un acte perpétuel de foi agissante dans le travail et dans la science.

Le portrait placé en tête de cette notice est celui qui figure dans le Bulletin de la Société mycologique de France. Le cliché avait été aimablement mis à ma disposition par M. Matruchot, Président de la Société pour l'année 1921.

Hélas ! Louis Matruchot n'est plus là pour recevoir mes cordiaux

remerciements. Une mort inattendue est venue le frapper. Les savants, qui connaissent son œuvre mycologique, apprécient toute l'étendue de la perte qu'a faite la Botanique par sa disparition ; les élèves qu'il a formés rendent tous hommage à ses qualités de professeur et d'initiateur scientifique ; les nombreux amis qu'il a laissés, et dont je m'honore d'être, se souviendront toujours de lui comme d'un homme à l'esprit droit, au cœur excellent, à l'amitié solide et sûre.

NOTE SUR QUELQUES VÉGÉTAUX A STRUCTURE CONSERVÉE

DES

ENVIRONS DE S^TE-MARIE-AUX-MINES (ALSACE)

par M. A. CARPENTIER

Localité. Niveau géologique. — Le silex qui contient les fragments de végétaux, dont il va être question, est indiqué comme provenant de *Blumenthal,* lieu-dit du territoire de Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace) (1). Il a été recueilli par l'abbé Boulay, qui n'en fait cependant pas mention dans son travail sur les divers gisements houillers des Vosges (2). Mais à diverses reprises notre maître, qui était vosgien, a exploré cette région.

Il est d'ailleurs à noter que Mougeot a signalé, dès 1850, quelques végétaux silicifiés dans la vallée de Villé (Bas-Rhin) et aux environs de Sainte-Marie, mais en faisant remarquer qu'ils étaient moins nombreux qu'à Faymont (3).

Cette dernière localité du Val d'Ajol (Vosges) a fourni d'intéressants sujets d'étude à Bernard Renault (4). A Ronchamp on trouve aussi des bois silicifiés « au même horizon qu'à Faymont, à la base du grès rouge, dans des argiles violacées qui recouvrent le terrain

(1) Cf. Carte géologique, feuille de Colmar.

(2) N. Boulay : Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller des Vosges, 47 pages, 1 carte, chez Decker, Colmar, 1879.

(3) A. Mougeot : Note sur les végétaux fossiles du Grès Rouge (*Congrès scientifique de France,* XVII^e sess. tenue à Nancy, sept. 1850, I, p. 240) 1851 — Essai d'une flore du Nouveau Grès Rouge (*Ann. Soc. d'Emulation du Département des Vosges,* VII, p. 187, 1851).

(4) Cf. Ch. Vélain : Le Permien de la région des Vosges (*Bull. Soc. géol. de France,* 3^e sér., XIII, p. 538, 539, 1885).

houiller. Les bois silicifiés sont moins communs qu'à Faymont » ; nous empruntons ces détails à P. Fliche (1).

Dans le Val d'Ajol, d'après M. Vélain, les troncs, rameaux et tiges silicifiés se rencontrent dans des argilolithes d'âge *autunien*. C'est de semblables dépôts remaniés que nous paraît provenir le silex de Blumenthal.

Examen microscopique. — Ce silex a une forme grossièrement ellipsoïdale dans sa plus grande section et mesure 11 cm. de longueur, 9 cm. de largeur et 4 cm. de hauteur. Il est d'un noir compact, sauf dans certaine région périphérique où il est d'un blanc laiteux. Un examen superficiel permet d'y remarquer des feuilles de *Cordaitales* et un organe, à section cylindrique, qui avait tout d'abord attiré notre attention.

Analyse microscopique. — Nous avons fait exécuter 15 coupes dans cet échantillon et nous avons déjà signalé les principaux résultats de leur étude (2). On y trouve :

1. Un pétiole de genre *Myeloxylon* et des feuilles de l'*Alethopteris Grandini*.

2. Des feuilles minuscules, à bords révolutés, à parenchyme palissadique très développé. Leur attribution et leur rôle est à discuter.

3. De petites racines en parfait état de conservation, munies ou non de formations secondaires.

4. Des feuilles de *Cordaitales*.

5. Une trace foliaire de pétiole primaire d'*Anachoropteris (Zygotéridées)*; des sporanges annelés, etc..., etc...

Comme on le voit par cette analyse succincte des fragments de plantes très variées sont conservés dans un seul silex ; une étude détaillée va faire ressortir l'intérêt scientifique de plusieurs d'entre eux (3).

(1) P. Fliche : Note sur les bois silicifiés de Ronchamp (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e sér., XXV, p. 1019-1023, 1897).

(2) Cf. *Comptes rendus Ac. Sc.*, CLXIII, pp. 250-252 ; 19 juillet 1920.

(3) Les coupes microscopiques étudiées font partie de la collection Boulay, Faculté libre des Sciences, rue de Toul, Lille.

1. *Myeloxylon* aff. *Landrioti* Renault et feuilles d'*Alethopteris*.

Myeloxylon. — *Description* : Pétiole à section grossièrement circulaire (diamètre = 8 à 9 mm.). Epiderme à cuticule épaisse, à cellules tabulaires ou presque carrées ; sous l'épiderme, dans certaine coupe plus nette, des cellules tabulaires ressemblant à du liège très comprimé.

Sous l'épiderme quelques couches (2 à 3) de cellules non sclérifiées. Gaine fibreuse épaisse de 0,600 mm. et non continue ; faisceaux fibreux en forme de masses ovoïdes, subarrondies, parfois lunulées

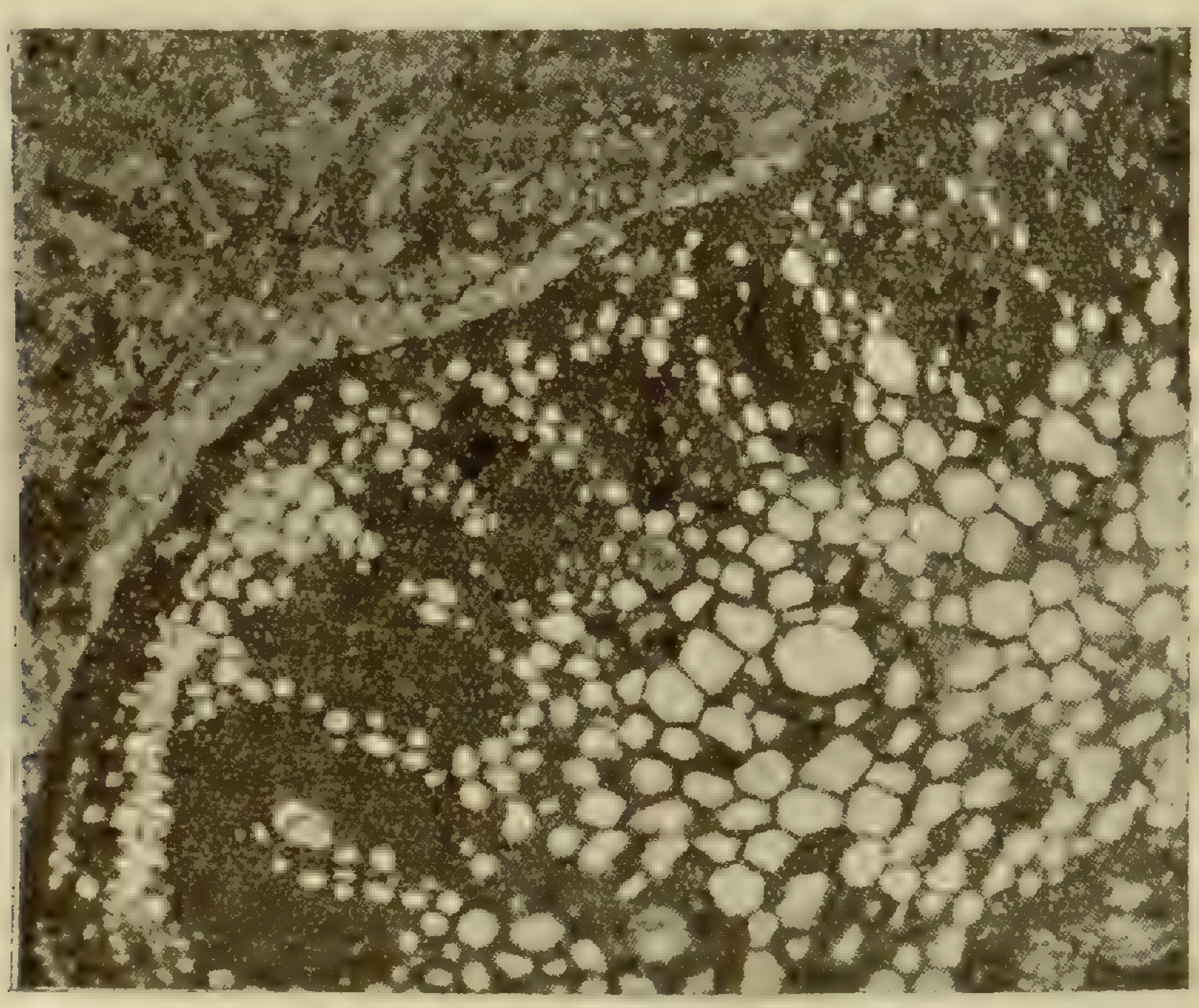


Fig. 1. Section transversale de *Myeloxylon*, faisceaux fibreux, canaux a gomme, faisceaux du bois. Gross. $\frac{50}{1}$.

ou subdivisées, larges de 150 à 200 μ, à parois très épaisses, très denses, et généralement noires, sauf en certains arcs périphériques ; masses fibreuses séparées par des traînées de conjonctif, comptant de 1 à 3 cellules polyédriques (fig. 1).

Sous la gaine de fibres, parenchyme à cellules polyédriques de diverse taille.

Canaux à gomme assez nombreux, surtout dans le parenchyme un peu en dedans des fibres, dans les traînées qui séparent les lames scléreuses et même dans les paquets fibreux. Canaux atteignant de 110 à 135 μ dans le parenchyme et bordés de 9 à 11 cellules (fig. 1).

Cordons libéroligneux répartis régulièrement en un cercle sous la gaine scléreuse ; le pétiole large de 9 mm. en compte environ 25 à bois centripète normalement orienté ; certains de ces faisceaux sont en voie de division et par places dans une même gaine de petites cellules on voit deux pointements de protoxylème. Faisceaux centraux au nombre de 9 à 12 disposés suivant une ligne spirale, certains d'entre eux plus petits.

Dans chaque cordon libéroligneux le liber a disparu, le bois dans sa portion centripète est généralement bien conservé ; une gaine de cellules plus étroites que les cellules de parenchyme général et à parois sclérifiées à la périphérie du bois, entoure chacun des faisceaux.

En juillet 1912 nous avions soumis l'une de nos coupes à la critique de René Zeiller, lui demandant son avis au sujet de petits éléments de certains faisceaux ligneux, qui nous paraissaient correspondre au bois centrifuge du *Cycas* actuel. Voici la réponse de ce savant : « J'ai bien vu les petits éléments que vous interprétez comme représentant du bois centrifuge ; mais après un examen très attentif et plusieurs fois répété je ne les interprète pas comme vous, étant donné qu'entre eux et le bois primaire centripète il y a déchirure et discontinuité des tissus. Je ne puis y voir que des éléments disjoints de protoxylème, déplacés vers l'extérieur... » (1).

Détermination. — R. Zeiller a ratifié notre attribution de ce pétiole au genre *Myeloxylon* Brongt (2). Or B. Renault a distingué deux groupes de *Myeloxylon* (= *Myelopteris*), fondés l'un sur la disposition en lames rayonnantes des bandes hypodermiques (*M. radiatum*), l'autre sur leur division en faisceaux à section elliptique, réniforme (*M. Landrioti*) (3).

C'est avec cette espèce (*M. Landrioti*) que les coupes du pétiole en question nous paraissent comparables. Ces caractères tirés de la disposition des lames fibreuses hypodermiques ne peuvent être absolus, ils doivent varier suivant la taille des organes

(1) Lettre de R. Zeiller, 24 juillet 1912.

(2) Brongniart, *Tabl. des genres de vég. foss.*, pp. 60, 97, 1849.

(3) Cf. B. Renault : Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun. II. Etude du genre *Myelopteris* (*Mém. prés. par div. savants à l'Acad. des Sc.*, XXII, N° 10, pp. 14-16, 1875) — *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 165, 1883.

considérés. C'est ainsi que dans des pétioles de *Calamopitys*, rapportés au genre *Kalymma*, MM. Scott et Jeffrey ont constaté que les bandes de sclérenchyme (du type *Sparganum* du *Myeloxylon radiatum* Renault) sont séparées par de larges traînées de parenchyme et que dans les spécimens de faible taille les bandes sont moins allongées radialement, plus serrées et parfois confluentes (1). Dans son étude d'un nouveau genre de tige de *Cycadofilicinée*, le *Rhetinangium Arberi* de la *Calciferons sandstone series* d'Ecosse, M. W. T. Gordon (2) fait remarquer que l'écorce externe de la tige et des pétioles de ce genre offre par place le type du *Myeloxylon Landrioti* et ailleurs le type *M. radiatum*.

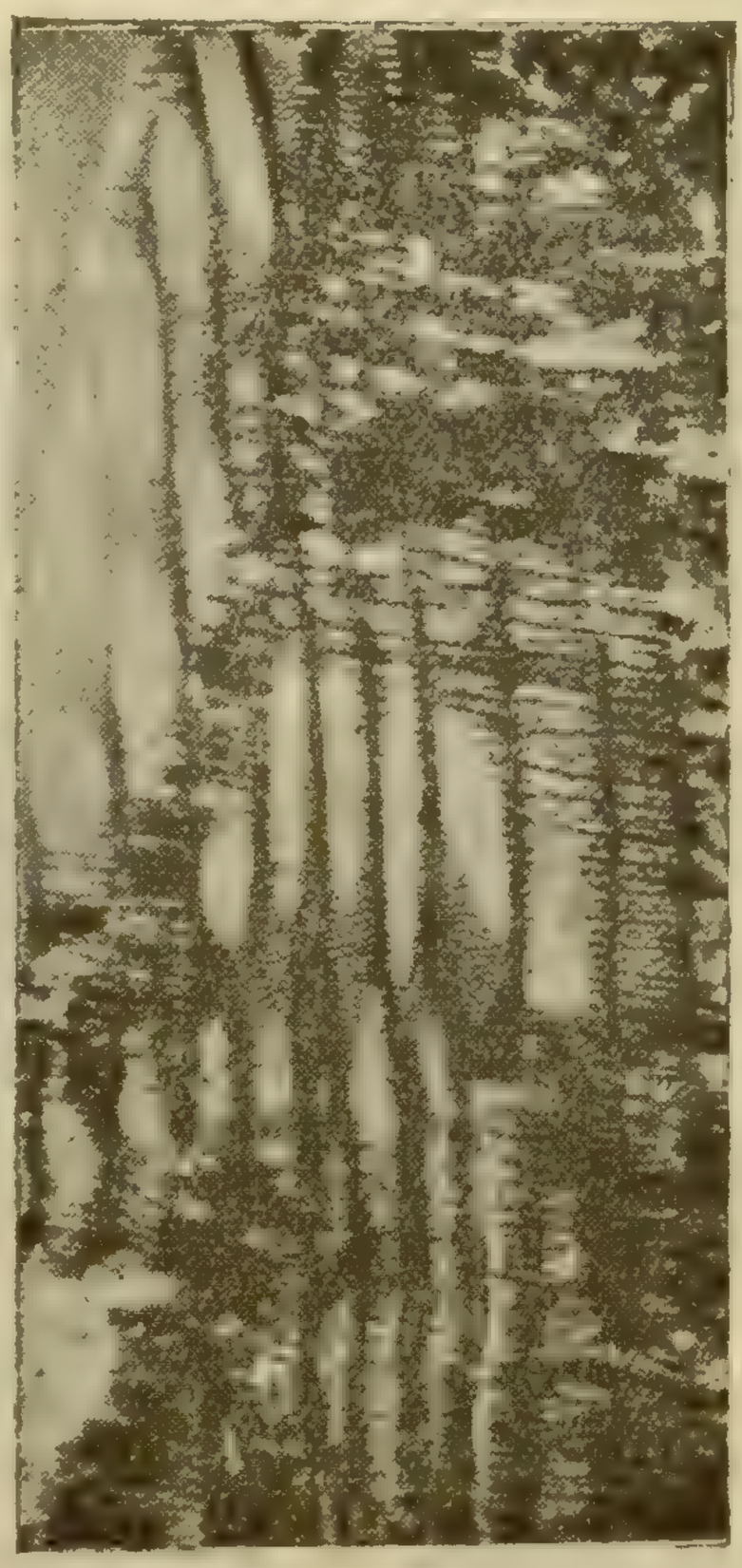


Fig. 2. — Section longitudinale, bois secondaire de *Medullosa*. Gross. $\frac{30}{1}$.

Notre fossile rentre dans le même groupe que les pétioles du *Medullosa anglica* et surtout du *Medullosa pusilla*, si bien étudiés par M. Scott (3), c'est-à-dire dans le groupe du *Myeloxydon Landrioti*.

Nous laissons de côté pour l'instant de petites stèles cylindriques entourées d'un périderme commun et qui nous paraissent bien appartenir au genre *Medullosa*. Leur section transversale et plusieurs coupes longitudinales seraient à analyser en détail. Nous donnons dans le texte (fig. 2) une coupe longitudinale provenant d'une stèle de *Medullosa* et tout à fait comparable à une section radiale du bois

(1) Cf. Scott and Jeffrey : On fossil plants showing structure, from the base of the Waverley shale of Kentucky (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B., CCV, p. 329, 1914).

(2) W. T. Gordon : On *Rhetinangium Arberi*, a new genus of Cycadofilices from the Calciferons sandstone series. (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVIII, pt. IV., N° 29, p. 823, 1912)

(3) Voir surtout : D. H. Scott, On Medullosa pusilla (*Proc. Roy. Soc. London*, B, LXXXVII, pp. 224-226; pl. XIII, fig. 4. 1914).

secondaire d'une stèle de *Medullosa pusilla* d'après M. Scott (1). Ce sont de part et d'autre mêmes trachéides à ponctuations aréolées multisériées et mêmes rayons médullaires à cellules muriformes.

B. Renault a d'ailleurs décrit et figuré dans son *Cours de Botanique fossile* (2) un pétiole d'*Alethopteris* auquel notre fossile ressemble beaucoup et, d'après ce savant, les pétioles d'*Alethopteris* sont du type *Myeloxylon Landrioti*.

« Les frondes d'*Alethopteris* étaient de grande taille, généralement tripinnées, parfois quadripinnatifides ou peut-être même quadripinnées... ; elles étaient portées sur de très gros pétioles qui devaient partir directement du sol ou du moins de souches extrêmement courtes .. ». Ces détails sont empruntés aux pages suggestives que R. Zeiller a écrites sur le g. *Myeloxylon* et le g. *Alethopteris* dans sa *Flore fossile du bassin houiller d'Autun* (3) Dès 1890 R. Zeiller admet comme démontrée l'attribution des pétioles de genre *Myeloxylon* aux *Nevropteris* et aux *Alethopteris*.

Rappelons que B. Renault a reconnu la présence du *Medullosa stellata* Cotta au val d'Ajol.

2. Feuilles de l'*Alethopteris Grandini* Brongniart.

Leurs bords sont révolutés (Pl. 34, fig. 2 et 3 en F), parfois très fortement recourbés (Pl. 34, fig. 4), mais dans ce dernier cas nous supposons que les feuilles ont été silicifiées après leur dessication. La face inférieure est ondulée et il existe des sillons entre les nervures. La largeur du limbe varie de 3 à 4 et 6 mm.

La cuticule de l'épiderme supérieur est épaisse ; les cellules épidermiques, vues sur une section transversale de la feuille sont rectangulaires ; de face elles sont irrégulièrement polygonales et leurs membranes ondulent légèrement par places. La face supérieure porte quelques poils raides, à une seule rangée de cellules.

Le tissu en palissade comprend une ou deux assises de cellules très allongées, son épaisseur peut atteindre 100μ. Le contenu de ces

(1) D. P Scott *op. cit.*, 1914, p. 223, fig. A dans le texte.

(2) B. Renault : *Cours de Botanique fossile*, 3e année, pl. XXVIII, fig. 1, 1883.

(3) R. Zeiller : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, fasc. II, Flore fossile, 1e part., pp. 109-117 et pp. 282-290 *(Etude des gîtes minéraux de la France, 1890.*

cellules constitue une masse noirâtre se détachant des parois cellulaires. Vues de face dans certaines coupes tangentielles les cellules palissadiques sont polyédriques, deux et trois fois plus petites que les cellules épidermiques ; la masse noire qu'elles contiennent tranche nettement sur le cadre formé par les membranes cellulaires minces et à reflet nacré.

Le mésophylle est formé de grandes cellules parenchymateuses, dont les membranes sont rarement bien conservées (Pl. 34, fig. 5, m). Les nervures offrent par endroits de fines trachées annelées et des cellules très allongées.

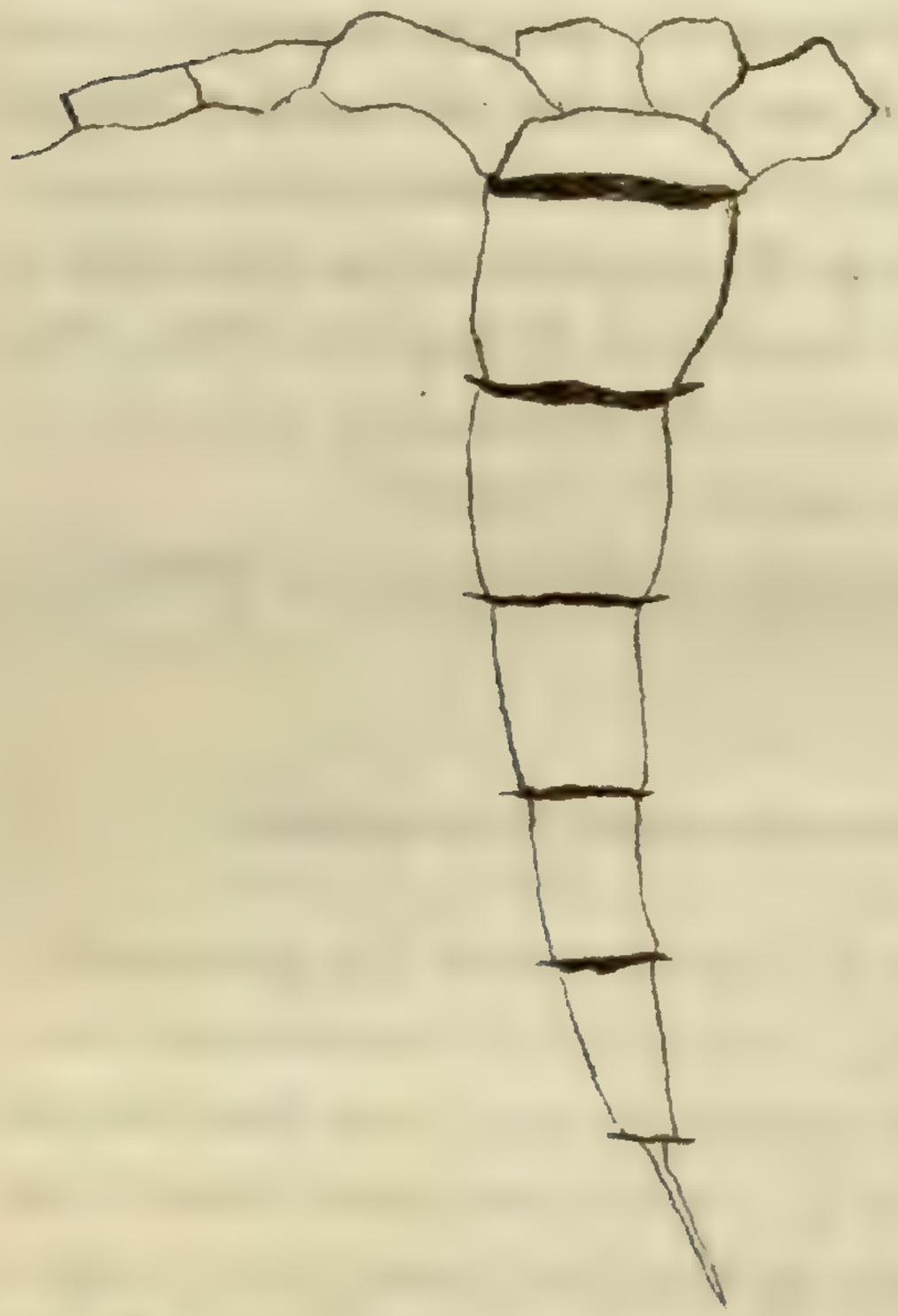


Fig. 3. — Poil pluricellulaire de l'épiderme inférieur de la feuille de l'*Alethopteris Grandini*. Très grossi.

L'épiderme inférieur a des cellules plus aplaties et plus petites que les cellules épidermiques de la face supérieure. Il porte des poils de forme particulière (Pl. 34, fig. 4 et fig. 3 dans le texte) : ils sont constitués d'une rangée de cellules (parfois 8 et 10), d'ordinaire un peu moins hautes que larges, à cellule basilaire large entourée de plus petites cellules ; ils se terminent en pointe effilée, mais ce caractère peut être accentué par la dessication.

Ces poils se trouvent insérés au dos des nervures. Nous avons de bonnes raisons pour interpréter comme des bases de poils arrachés et non comme des stomates « les petites ouvertures arrondies, bordées de cellules disposées en cercle » que R. Zeiller a signalées sur un lambeau de cuticule de la face supérieure d'une foliole d'*Alethopteris Grandini* (1).

Fort heureusement une plage stomatique, située entre deux

(1) R. Zeiller : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. (*Etudes des gites minéraux de la France*, 1890, pp. 115, 116 ; pl. IX, fig. 6 A).

nervures, est conservée (Pl. 34, fig.6) et on peut se rendre compte de la structure des stomates. Les cellules stomatiques sont réniformes (fig. 4 dans le texte), à membrane épaissie vers l'ostiole ; celle-ci allongée, étroite, mesure de 18 à 21 μ, la longueur des cellules stomatiques étant de 61, 2 μ. Les cellules stomatiques sont recouvertes par des cellules annexes, comme l'indique la figure dans le texte. Les stomates devaient être nombreux sur ces plages entre les nervures.

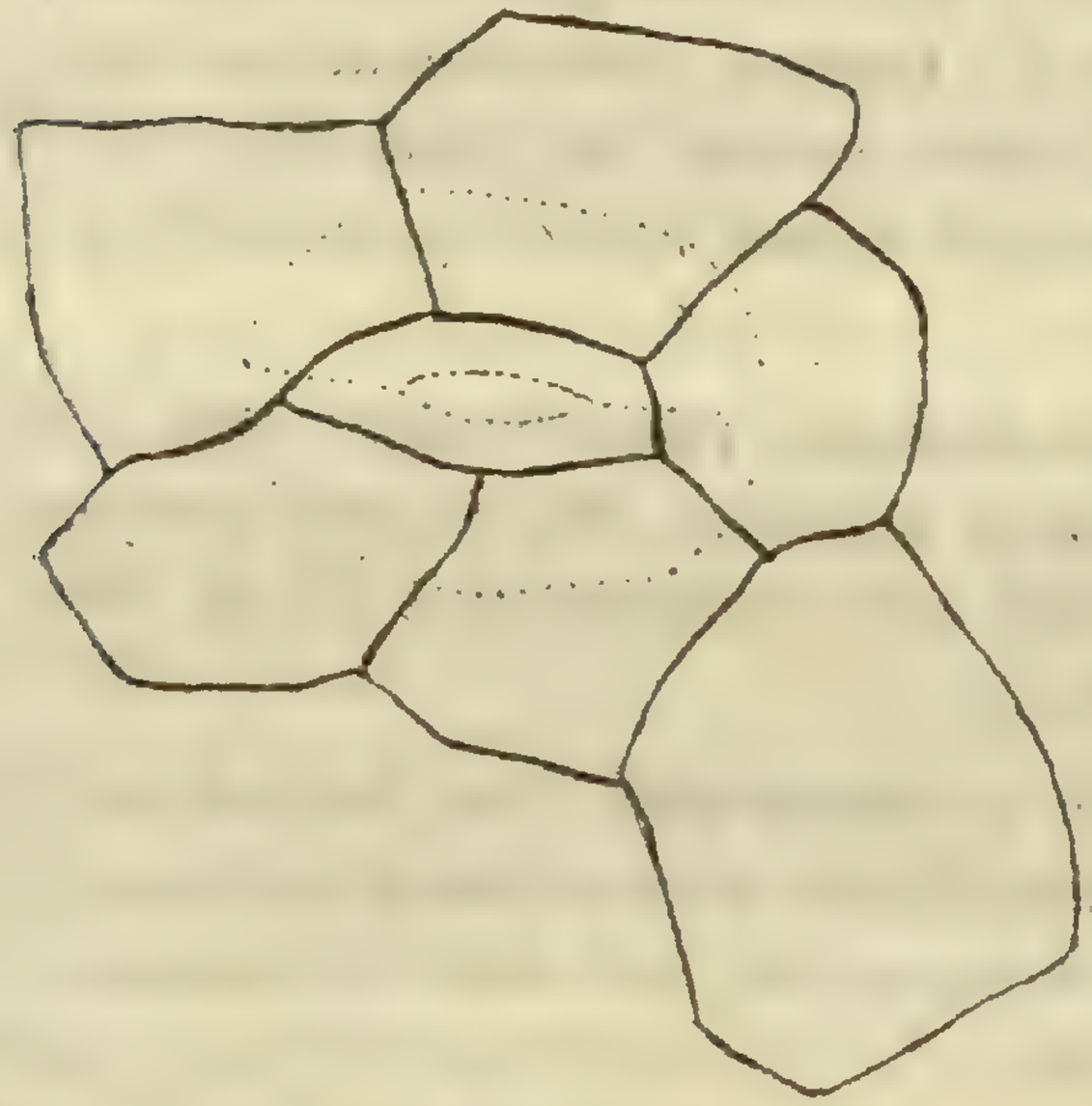


Fig. 4. — Stomate de l'*Alethopteris Grandini* ; *gross.* $\frac{450}{1}$.

On observe parfois des cavités creusées dans le parenchyme (Pl. 34, fig. 5), la paroi en est irrégulière, et bordée de cellules papilliformes. De plus dans trois de ces cavités on voit des corpuscules ovoïdes qui nous semblent bien devoir être considérés comme des grains de pollen (Pl. 34, fig. 5, surtout entre A et B ; fig. 5 dans le texte).

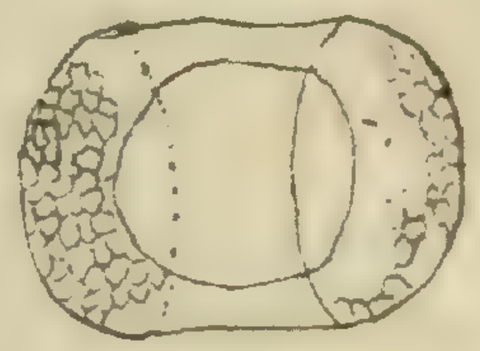


Fig. 5. — Un grain de pollen. Gross. $\frac{550}{1}$.

Ces grains de pollen mesurent 43,2 μ de longueur ; l'exine offre un fin réseau superficiel ; une masse cellulaire centrale est nettement délimitée par l'intine. Comme dans les grains de pollen des pins, l'exine nous paraît former de part et d'autre de la masse centrale deux calottes ou ballonnets.

Remarques et conclusions.

D'après les comparaisons que nous avons pu faire de nos feuilles avec celles des *Alethopteris* de la collection Renault au Muséum, il ressort que les feuilles décrites appartiennent à l'*Alethopteris Grandini*. Certaines d'entre elles sont encore en connexion avec des ramifications de pétiole de même structure que les *Myeloxylon*.

Nous pouvons apporter des précisions sur les stomates de l'*Alethopteris Grandini*. Ils sont du même type que ceux des *Neuropteris*, que ceux de l'*Alethopteris* sp. décrits par Miss Wills (1). Nous sommes de l'opinion de M. Gothan relativement aux structures interprétées par R. Zeiller comme des stomates (2). Il s'agit là d'ouvertures sans cellules stomatiques et provenant de la chute de poils.

Notons que la structure des stomates rappelle assez bien celle des stomates de certaines *Cycadées* actuelles (*Macrozamia Denisonii* par exemple), dont les cuticules ont été examinées par M. Hamshaw Thomas et Miss Bancroft (3).

Les cavités creusées dans le mésophylle des feuilles sont à remarquer, surtout que certaines d'entre elles contenaient des corpuscules, au sujet desquels l'interprétation que nous proposons est pour le moins très vraisemblable.

Rappelons que B. Renault avait noté la présence de telles cavités à bord mal délimité dans des feuilles d'*Alethopteris aquilina* (4) et que nous avons fait la même observation dans des feuilles qu'il a attribuées à un *Alethopteris Grandini* fructifié.

A ce sujet Renault écrivait en 1883 : « La disposition irrégulière de ces cavités et la petitesse des granulations qu'elles contiennent ne permettent de regarder qu'avec réserve ces organes comme les vrais organes reproducteurs des *Alethopteris* ».

Nous souhaitons vivement que les pages qui précèdent amènent les paléobotanistes, qui possèdent des coupes de feuilles d'*Alethopteris*, à en reprendre l'examen dans le but de découvrir leurs microsporophylles. Nous remercions MM. Costantin et Fritel qui ont mis à notre disposition les coupes de la collection Renault.

(1) Lucy Wills : Plants cuticles from the coal-measures of Britain (*The Geological Magazine*, N. S. Déc. VI, vol. I, p. 388, pl. XXXI, fig. 9, 10, 1914).

(2) W. Gothan : Ueber die Epidermen einiger Neuropteriden des Carbons (*Jarhrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt*, XXXV, Th. II, Hft 2, S. 380, 1915).

(3) H. Hamshaw Thomas and Nellie Bancroft : On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds (*Trans. Linnean Soc. London*, 2e sér. Bot., VIII, p. 169, fig. 15, 1913).

(4) B. Renault : *Cours de Botanique fossile, 3e année*. p. 160, pl. XXVII, fig. 10, 1883.

Explication de la planche 34.

Fig. 1. *Myeloxylon*, coupe transversale; en F' une petite feuille à tissu palissadique très développé. Grossissement à peu près $\frac{5}{1}$.

Fig. 2. Coupe offrant des sections de feuilles : en F' une feuille d'*Alethopteris Grandini* : F' feuille à bords révolutés ; F'' feuille à déterminer Gr. = $\frac{6}{1}$.

Fig. 3. Plusieurs sections de feuilles : F, grande feuille d'*Alethopteris Grandini*; Gr. = $\frac{37}{6}$.

Fig. 4. Feuille d'*Aleth. Grandini* en section transversale ; x faisceau ligneux Gr. $\frac{40}{1}$.

Fig. 5. Id. coupe tangentielle ; A et B nervures entre lesquelles une cavité contient des grains de pollen ; m, mésophylle. Gr. = presque $\frac{30}{1}$.

Fig. 6. Id. Un stomate ; gr. = $\frac{200}{1}$.

Fig. 7. Id. Deux poches du mésophylle contenant des grains de pollen. Gr. = $\frac{100}{1}$.

Fig. 8. Id. Grains de pollen ; gr. = $\frac{200}{1}$.

Fig. 9. Id. Pollen. Gr. $\frac{200}{1}$.

LA FLORE
SEPTENTRIONALE DE MADAGASCAR
ET LA FLORE MALGACHE

par M. H. POISSON

(suite)

On peut schématiser l'influence de l'homme par le tableau suivant :

A) Flore malgache primitive (avant l'apparition de l'homme), n'était modifiée que lentement et seulement sous l'influence des facteurs cosmiques.

B) Flore contemporaine du début de l'humanité.

Forêt tropicale presque dans toute l'île, à faciés un peu différents dans le centre, l'est, l'ouest et le sud (ce dernier à prédominance de xérophytes).

C) Action de l'homme sur cette forêt.

1° Abatage de la forêt.

2° Feux de brousse.

Résultats. — Première phase : apparition de la forêt rabougrie, buissonnante et lianoïde (deuxième forêt). — Deuxième phase : destruction de cette seconde forêt et apparition des savanes à Graminées.

D) Ere des Graminées, contemporaine de l'homme civilisé de notre époque.

Conséquences. — Actions intenses du soleil et de la pluie sur le sol, appauvrissement des terrains — latérites stériles.

E) Remplacement de l'ancienne forêt disparue par une flore toute différente constituée par :

1° des plantes alimentaires.(Riz, Mais , Canne à sucre, Manioc, etc.

2° des plantes industrielles. (Coton, Ricin, des espèces textiles, tinctoriales, etc.)

3° reboisements effectués avec des végétaux indigènes ou introduits, avec des végétaux utiles (Bois noir, Palmeraies, arbres à caoutchouc, etc.)

IV. — Conclusions.

La flore malgache par l'extension des savanes tend à s'uniformiser, elle tendra plus tard à revêtir des caractères régionaux parce que le sol sera recouvert de végétaux cultivés. Au point de vue botanique pur, on pourra regretter la disparition d'espèces rares ou curieuses ; mais il est à souhaiter que l'Agriculture se développe en grand à Madagascar, où elle sera un bien. Il vaut mieux voir la brousse défrichée et cultivée que brûlée. D'ailleurs dans les endroits inaccessibles à la culture, le biologiste et le botaniste trouveraient des flores témoins, d'un grand intérêt (1).

B. — FLORES

Ces généralités étant énoncées j'examinerai maintenant :

I. La flore des calcaires.

II. La flore des grès et des sables.

III. La flore des savanes latéritiques.

IV. La flore des forêts tropicales.

I. Flore des Calcaires (2).

La flore calcicole du nord de Madagascar présente une majorité de xérophytes qui la fait comparer aux développements de même ordre du sud-ouest ou de l'extrême sud (3).

(1) Etant donné le relief accidenté de l'île ces flores témoins seront toujours représentées dans toutes les régions.

(2) Voir H. Poisson. Les principaux faciés biologiques de Diégo-Suarez. Les calcaires. *Bulletin de l'Académie malgache.* (En cours de publication).

(3) Les principales régions calcaires du nord sont : La montagne des Français (largeur 50 kil., altitude moyenne 300 m.), le Cap-Diégo, en face Antsirane rocher de 70 m.), les sommets de Windsor-Castle (395 m.), de Dower-Castle (329 m.), de Babaomby-Vatobe (263 m.), l'Ankara muraille de 30 kil. de long, les plateaux entre Ambondrofé et Ambery.

Les végétaux vivant sur les calcaires doivent être adaptés à résister à la sécheresse et offrent, tant par l'aspect extérieur, que par leur structure anatomique, des particularités intéressantes à rappeler. (1).

Les caractères principaux de ces plantes à feuillage souvent caduc, quelquefois aphylles sont :

1° soit l'existence d'un revêtement duveteux, blanc, à la surface de la tige, des rameaux, ou de la plante entière.

2° soit l'existence d'une couche cireuse protectrice contre l'évaporation (Euphorbes, Asclépiadées).

3° soit la succulence de la tige ou des bourgeons (Euphorbes, Asclépiadées), ou des feuilles (Crassulacées, *Aloe*, *Begonia*, *Impatiens*, etc.) (2).

4° soit la présence de stomates petits et refoulés dans les cannelures de la tige (Euphorbes).

5° soit la présence d'épines caulinaires ou foliaires (Euphorbes, *Pachypodium*, *Asparagus*.)

6° soit au point de vue anatomique, une structure comprenant une moelle largement développée (*Pachypodium*, Euphorbes) souvent fibreuse, avec peu de tissu ligneux et beaucoup de fibres corticales, soit au contraire une partie ligneuse très dure et très développée. (Ebéniers, Palissandres) (3).

Il y a chez toutes ces plantes des phénomènes de convergence intéressants : les végétaux épineux des différentes familles se ressemblent beaucoup, et l'affinité parait plus encore quelquefois par la structure anatomique. C'est ainsi que certaines Asclépiadées ont une structure presque identique à celle de certaines Euphorbiacées.

(1) Voir : L. Chancerel. Rôle du calcium dans la végétation forestière. (*Revue Générale de Botanique*, année XXV bis, 1914, pages 83 à 89).

(2) Quelquefois la succulence de la tige n'est pas uniforme et c'est la base seulement qui est gonflée en forme d'outre (*Pachypodium Windsori*, nov. sp. H. Poisson), d'autres fois ce sont les racines qui sont renflées (beaucoup de lianes des calcaires).

(3) M. Chancerel indique dans son travail (appliqué aux végétaux de nos pays) les caractères anatomiques suivants : Chez les végétaux cultivés ou vivant sur substratum calcaire, on remarque des vaisseaux plus larges, des cellules de parenchyme plus abondantes, des fibres plus nombreuses et plus épaisses, une augmentation du cylindre central par rapport à l'écorce, en général une lignification plus intense.

Si l'on considère l'ensemble des végétaux calcicoles de ces régions on en trouve de deux types : les uns sont des exclusifs qui vivent et font partie intégrante du rocher; ils y sont tellement implantés qu'il est impossible de les en détacher; leurs différentes parties, tiges et racines, succulentes et tuberculeuses sont encastrées dans les anfractuosités du roc, laissant passer à l'air libre les feuilles et les fleurs. C'est ce qui a lieu pour quelques Asclépiadées, pour certains *Pogonia* (Orchidées terrestres du groupe des Néottiées) (1), pour les jolis petits *Begonia* à fleurs roses, si nombreux sur tous les rochers, montrant tantôt leurs fleurs élégantes, tantôt leur large feuille plissée, suivant les saisons. ***L'Impatiens bisaccata*** Warb, à tige tuberculeuse et succulente appartient encore à ce groupe (2). Une autre plante, l'*Harpagophyton Grandidieri* Baill. (famille des Pédalinées) est encore dans ce cas (3), et beaucoup d'autres encore.

Les autres sont aux rochers, ce que sont les épiphytes aux arbres, ce sont des «épilithes» (4), qui simplement posées ou cramponnées après les parois de la roche n'empruntent à celle-ci qu'un appui, mais s'en détachent avec facilité (fig. 3) ; ces plantes ont leurs racines dans le terreau qui existe dans le creux des rochers (5). C'est à ce deuxième groupe qu'appartiennent par exemple : *Vitis quadrangularis* Wall, (Ampélidées) si répandue à Madagascar, *Raphydorhynchus stylosus* Finet et *aphyllus* Finet, petites Orchidées que l'on retrouve épiphytes dans la forêt, avec les *Macroplectron sesquipedale* Pfitz, et *M. leonis* Finet (6), les curieux *Pachypo-*

(1) Voir : Etude du développement et de l'anatomie des *Pogonia* malgaches par M. Laurent Moreau (*Revue Générale de Botanique* 1912, page 97).

(2) Voir : J. Costantin et H. Poisson. Contribution à l'étude des Balsaminées de Madagascar et des Mascareignes (*Bulletin de la Société Botanique de France*, tome 54e, 4e série, volume VII, 1907, pages 465 et suivantes).

(3) Chez cette curieuse plante les fleurs apparaissent d'abord, les feuilles ensuite. L'inflorescence comprend 8 à 10 grandes fleurs tubuleuses d'un beau jaune à fond pourpre ; le fruit très caractéristique est une capsule, pourvue tout autour de prolongements se terminant par des crochets en hameçon à trois branches. Il est fort difficile de se débarrasser de cette plante en fructifications Croît souvent aussi sur les parties les plus verticales et les plus abruptes des assises calcaires.

(4) Du grec ἐπί sur et λίθος pierre.

(5) Ce sont des épilithes à terreau, analogues aux épiphytes à terreau. (Voir : J. Costantin. La nature tropicale. Paris, Alcan 1899, page 145).

(6) Toutes ces plantes appartiennent au groupe des *Angraecum* très riche en espèces malgaches. — Voir : Finet. Classification et énumération des Orchidées

dium (famille des Apocynées) : *P. Rutenbergianum* Vatke, *P. Decaryii* (nov. sp. H. Poisson). (1). etc.

Si maintenant on entre dans plus de détails on trouve :

1° sur les rochers calcaires épars sur les plateaux.

Aloe sp ? (Liliacées) (2)

Fig. 3. — *Aloe* épilithes.

Asparagus vaginellatus Bak (3) (Liliacées), plusieurs espèces d'Euphorbes épineuses ou charnues : *Euphorbia Laro* Drake, *E. tirucalli* L., *E. splendens* Boj. (à belles fleurs écarlates), *E. lophogona*

africaines de la tribu des Sarcanthées d'après les collections du Muséum de Paris (*Mémoire de la Société Botanique de France*, tome 2, n° 9, 65 pages et 12 planches, novembre 1907); pour la division du genre *Angraecum* et pour la distribution géographique des espèces madégasques : H. Poisson. Recherches sur la flore méridionale de Madagascar, 1912, Paris, Challamel, pages 182 à 185. — J. Costantin. Atlas des Orchidées cultivées, Paris, Orlhac, 1911-1912, pages 33 et 34.

(1) Voir : H. Poisson. Note sur un *Pachypodium* nouveau de la région de Diégo-Suarez (P. *Decaryii*, nov. sp.) (*Bulletin de l'Académie malgache* 1919). (En cours de publication).

H. Poisson et R. Decary. Nouvelles observations biologiques sur les *Pachypodium* (*Bulletin de l'Académie malgache* 1919). (En cours de publication).

(2) Ces *Aloe* sont très colorés en rouge et se profilent en étoile sur les rochers; ils ont un système radiculaire assez développé, mais qui, quoique profondément ancré dans le rocher, s'en détache bien. Ils donnent un bel épi de fleurs jaune rougeâtre. Ces végétaux existent aussi dans les calcaires du Sud. (H. Poisson, *loc. cit.* Planche XIII, pages 96-97).

(3) Nom indigène « Kariboka » également du sud. H. Poisson, *Loc. cit.* pages 94 et 95, figure 13, plante très épineuse.

Lam, à fleurs roses (1), *E. platyacantha* Drake (?) (2), une Urticacée buissonnante à feuilles velues et couverte de poils urticants ; le tronc est quelquefois assez renflé et enchassé profondément dans le roc, mais sans y tenir beaucoup (3).

2° Falaises calcaires.

Les parties verticales ou très abruptes sont souvent occupées par des forêts que l'on a pu incendier ou arracher. Les arbres dominants sont : des Ebéniers : genre *Diospyros* [*D. Perieri* Jum. (nom

Fig. 4. — *Adansonia rubrostipa* Jum. et Pér. ; route des Salines, province de Diégo-Suarez.

indigène : « Hintsika »), *D. megasepala* Hiern. non indigène : « Hazomafana »), *D. microrhombus* Hiern (nom indigène « Hazomainty »)], des Palissandres : genre *Dalbergia* [*D. trichocarpa* Bak. (nom indigène : « Manary »), *D. Baroni* Bak. (non indigène : « Hazovolo »), *D. melanoxylon*. Guill. et Perr. (nom indigène : « *Hazomainty* ») (4)].

(1) Plante à tige polygonale, à petites fleurs capuliformes, à feuilles cordiformes de petite taille (10 à 25 cm.), paraît une forme rabougrie de l'espèce type, très commune (Anosirovo, Montagne des Français).

(2) J'ai mis un point de doute pour cette espèce naine, très épineuse à fleurs blanches (7 à 8), à feuilles ovales de 0m5, rapidement caduques (Windsor-Castle).

(3) Plusieurs plantes des sols calcaires ont d'ailleurs les feuilles velues.

(4) De Hazo arbre et mainty noir. Ce terme s'applique à tous les bois foncés ou noirâtres, comme celui d'Hazomena (de mena, rouge) à tous ceux de cette couleur. Les noms malgaches n'ont rien de spécifique et varient d'ailleurs avec les tribus des différentes régions, on ne doit les enregistrer qu'avec circonspection.

On y rencontre aussi différents Baobabs [*Adansonia alba* Jum. et Pér. *A. Bozy* Jum. et Pér., *A. rubrostipa*. Jum. et Pér. (1) (fig. 4)], des Figuiers [*Ficus Sakalavarum* F. (nom indigène : « Adabo »), *F. trichopoda* Bak. (nom indigène : « Aviavý »)] (2), des *Calophyllum* (Guttifères), des *Eugenia* [*E. Parkeri* Bak. (nom indigène : « Rotra »), *E. sp* ?, etc. (Myrtacées)]. *Entada* sp? Légumineuses (3).

Les plantes buissonnantes et les lianes n'ont en général, en dehors des Euphorbes, rien de bien caractéristique ; on y trouve tout le fouillis grimpant et arbustif, si abondant dans la forêt secondaire, des *Bauhinia*, des *Mimosa, Acacia, Cæsalpinia, Abrus præcatorius* L., *Clitoria Ternatea* L., etc., parmi les Légumineuses : *Combretum coccineum* Lam. (Combrétacées) (4), *Ipomea purpurea* Roth., *I. coccinea* L. (Convolvulacées), les « Lamoty » ou Pruniers malgaches, petits arbustes épineux (*Flacourtia Ramontchi* L'Hérit., Bixacées) qui forment en certains endroits des fourrés impénétrables ; il existe dans le Massif des Français un endroit appelé vallée des Lamoty qui témoigne de l'étendue de ces peuplements. Le fruit est comestible et ressemble à une prunelle. Ces arbustes ne sont pas spéciaux aux terrains calcaires mais répandus un peu partout à Madagascar. On rencontre cependant comme calcicoles une Clématite, *Clematis saxicola* Hils. et Boj. (Renonculacées),

(1) Voir à propos de ces végétaux : H. Poisson, *loc. cit.* chapitre IV, paragraphe 1 (description des espèces et bibliographie des travaux de Baillon, Gerber, Hochreutiner, Jumelle et Périer de la Bathie) pages 18 à 26, planche IV. — *Ibidem*. Note sur les Baobabs de Diégo-Suarez. *Bulletin de l'Académie malgache* 1919. (En cours de publication). — Jumelle et Périer de la Bathie. Les Baobabs de Madagascar. (*Agriculture pratique des pays chauds*, 13e année, août 1913, n° 125, pages 61 à 74. (Il y a dans ce travail 2 figures : feuilles, fleurs et fruits, des différentes espèces). En ce qui concerne une forme de Diégo-Suarez de l'*A. Bozy* (à pétioles glabres) j'ai recueilli des fruits en 1919 et des graines ont été semées le 1er mars 1920 dans les serres du Muséum (f° 26, 1920 du livre d'entrée et 6 plantes de cette espèce sont actuellement vivantes. Localité : Anse Melville au pied de l'abattoir.

(2) Certaines espèces, par les racines adventives qu'elles possèdent arrivent à enserrer complètement les arbres voisins d'une sorte de réseau, et même à les étouffer (Figuiers tueurs d'arbres). On peut suivre ce phénomène, de visu, dans la forêt malgache où toutes les phases de cette destruction sont représentées. Voir aussi J. Costantin. La nature tropicale, page 142.

(3) Des fruits et graines de cet arbre existent dans la collection de graines du Laboratoire de Culture du Muséum. Envoi du Commandant Leloutre, 8 mai 1900. Montagne des Français (n° 1980).

(4) Appelé par les malgaches « Liane brosse à dents » « Borosy nfy » à cause de la disposition des inflorescences rappelant les poils d'une brosse.

Cissus sp. ? (Ampélidées), une sorte de melon sauvage (Cucurbitacées) diverses espèces de *Landolphia* (Apocynées), la liane sans feuilles (*Sarcostemma viminale* R. Br., le « Folotsy » (*Folotsia sarcostemmoides* Cost. et Bois (Gorges d'Andavakoera-Montagne des Français (1), Asclépiadées), *Dalechampia Boiviniana* Baill. (Euphorbiacées), *Gloriosa simplex* L., *Smilax sp.* ?, (Liliacées), de petits Bambous grêles (Graminées) à tiges rampantes ou grimpantes, les *Angræcum* saxicoles cités déjà et épanouissant leurs fleurs blanches et odorantes sur les arbres.

Dans le sous-bois, parmi les plantes herbacées beaucoup sont ubiquistes, par exemple : *Sida rhombifolia* L. (nom indigène « Tsindahoro », Malvacées) *Bidens leucantha* Willd. (Composées), de nombreuses Acanthacées : *Barleria lupulina* Lindl. à fleurs jaunes, *Pseuderanthemum sp.* ? à fleurs rouges, *Pseuderanthemum sp.* ? à fleurs violettes, *Crossandra sp.* ? (2) à belles fleurs rouges très ornementales. *Salvia sp.* ? (race-Anosiravo) Labiées. Des Orchidées terrestres très jolies : *Peristylus sp.* ? (3) à fleurs roses (Anosiravo; Massif de Belle-Eau) du groupe des Ophrydées. Parmi les Néottiées : *Goodyera sp.*? (Anosiravo; Massif de la dent; Massif de l'Embrasme) *Hæmaria sp.*? à fleurs rouges et vertes, à feuillage coloré, avec trois bandes pourpre cuivré sur fond vert foncé dessus, uniformément rose en dessous (4).

(1) Ce genre a été créé (*Comptes-rendus Académie des Sciences*, 27 juillet 1908) pour l'espèce décrite par MM. Costantin et Bois, se rapportant à une liane trouvée par Geay sur les collines calcaires entre le Fiherenana et l'Onilahy (fleuves de la province de Tuléar, S.-O.). Il en existe une deuxième espèce : *F. grandiflorum* (jum et Pér.) (ancien *Decanema grandiflorum* des mêmes auteurs).

Ce genre se distingue des *Decanema* par une corolle en forme de cloche et non en forme de roue et une coronule simple. Voir : Bibliographie de la question H. Poisson, *loc cit.* pages 70-74 et 77, figure 7. — G. Puech. Etude anatomique de quelques Asclepiadées aphylles de l'ouest de Madagascar. (*Revue générale de Botanique* 1912, page 298). — Choux. Index des Asclépiadacées de Madagascar. (*Agriculture pratique des Pays Chauds* 1913, 2e semestre, pages 159, 252, 311).

(2) R. Benoist. Acanthacée nouvelle de Madagascar. Notulæ systematicæ, t. I, page 225. — *Ibidem*. Espèces et localités nouvelles de *Neuracanthus*, même périodique, tome II, page 144. — *Ibidem*. Espèces nouvelles du genre *Crossandra*, même périodique, tome II, page 147. — *Ibidem*. Espèces nouvelles de *Lepidogathis*, même périodique, tome II, page 151.

(3) Croît sur les marnes en plein soleil.

(4) Cette espèce est très voisine d'*Hæmaria discolor* Lindl. variété *Dawsoniana* Hort. cultivée dans les serres d'Europe et originaire de Java et de la Malaisie. Je n'ai pu la cultiver dans mon jardin de Diégo-Suarez comme la précédente qui est morte très rapidement. Les *Pogonia* de cette région sont également très difficiles à cultiver sur place et l'introduction en Europe de ces Orchidées sera toujours très aléatoire. Les Néottiées paraissent d'ailleurs encore plus fragiles que les Ophrydées.

Pogonia sp. ? Une Aroïdée vivant dans les parties profondes, les creux de rochers ou les grottes : *Amorphophallus sp.* ? (voisine de *campanulatus* Blume, Windsor-Castle)

Parmi les calcicoles véritables, on remarque plusieurs espèces de *Kalanchoe* (1), en particulier *K. pinnata* Pers. cette dernière espèce très commune est très facile à cultiver, elle se reproduit abondamment par des sortes de bulbilles placés à l'extrémité des feuilles, des Composées éricoïdes du groupe des Vernoniées (2) etc.

Fig. 5. — Ravin à végétation calcicole. Anosiravo. Montagne des Français, province de Diégo-Suarez.

Dans les ravins (fig. 5), gorges et grottes profondes (de 30 m. à 50 m. parfois), même en plein midi il fait frais et un jour très atténué y pénètre ; l'accès de ces endroits est assez difficile, outre les pointes calcaires des rochers, plus ou moins tranchantes et très nombreuses, les lianes barrent à chaque pas le chemin et les nombreux insectes (Guêpes en particulier) compliquent encore la route. On se trouve, lorsqu'on arrive en bas, dans le pays de l'humidité, il faut marcher sur des écorces et des troncs d'arbres pourris. Aussi la végétation est-elle saprophytique ; à part un *Scolopendrium* (Filicinées) je n'ai

(1) Voir : Bibliographie de la question. H. Poisson, *loc. cit.*, pages 89 à 93. (Mémoires de : M. R. Hamet, Baillon, Drake, etc.)

(2) Massif de Belle-Eau. Montagne des Français.

trouvé que des Champignons : *Lepiota sp.*? à chapeau violet, à pied torse de même couleur. *Lepiota sp.*? toute blanche, *Pluteus sp.*? (Agaricinées), *Boletus sp.*? sur un vieux tronc de Palissandre (Gorges d'Andavakoera (1), l'Amadouvier (*Elfvingia fomentaria* L.), d'autres Polypores dont l'un voisin de *P. versicolor* Fr., le *Ganoderma lucidum* Pat., des *Devalia*, etc. (Polyporées) (2).

II. Flore des Grès et des Sables.

Il faut distinguer dans les sols arénacés deux types : les assises littorales situées sur le bord de la mer et revêtant l'aspect de plages ou de dunes, et les terrains formés de grès ou de sables dans l'intérieur du pays.

a) *Sables littoraux.*

Les rivages sableux sont occupés dans le nord soit par des formations de la Mangrove (3) soit par des bois de « Filaos » (*Casuarina equisetifolia* Forst., Casuarinées).

La flore des Palétuviers (4), existe dans la baie de Diégo-Suarez, surtout dans les parties peu profondes, (Cul de sac Gallois, anse Melville, etc.), on retrouve ces formations très développées sur la côte ouest notamment depuis le delta de la Mahavary, jusqu'au Sambirano et même au delà, où ces végétaux constituent de véritables forêts cotières sur plusieurs kilomètres de large. Des canaux formant rivières permettent aux pirogues à voile, aux baleinières, l'accès de la terre ferme. Il est vrai que ces terrains marécageux, sont d'un abord difficile, aussi a-t-on aménagé des embarcadères ou « Tafiana » pour les embarcations. Les Palétuviers appartiennent au genre *Rhizophora*, *R. mucronata* Lam., nom indigéne « Honkolahy » (5), on y rencontre aussi *Bruguiera gymnorhiza* Lam., *Ceriops Boivi-*

(1) Les gorges d'Andavakoera (littéralement : le trou aux perroquets) font partie de la Montagne des Français, ils n'ont qu'une similitude de nom avec le pays d'Andavakoera (région des mines d'or), placé dans le district autonome d'Ambilobe à plus de 100 kil. au sud de Diégo-Suarez.

(2) Voir : H. Poisson. Sur les champignons de Diégo Suarez (Madagascar). (*Actualité Scientifique*, 6e année, août-septembre 1917, pages 302 à 304).

(3) Voir : J. Costantin. Les végétaux et les milieux cosmiques. Paris, Alcan, 1898. — *Ibidem*. La nature tropicale. Paris, Alcan, 1899.

(4) Ces végétaux sont des plus intéressants par les propriétés tannantes des écorces et les principes tinctoriaux qu'ils renferment.

(5) de « Honko » nom général des palétuviers, et « lahy » mâle.

niana Tul. (Rhizophoracées), des *Acicennia* (Verbénacées) reconnaissables à leurs racines aériennes dites « racines asperges » (1). Les bois de Palétuvier, comme ceux de Filao sont très recherchés, parce qu'ils sont inattaquables aux insectes, pourrissent difficilement et sont très solides. (2)

Sur les dunes on rencontre : *Terminalia Catappa* L. (Combrétacées), le Vontaka (*Strychnos spinosa* Lam. (Loganiacées), dont la pulpe acide du fruit est comestible, une Convolvulacée très caractéristique de ces terrains et qui s'avance, en formations quelquefois très nombreuses jusqu'au bord immédiat de la mer l'*Ipomea pes capræ* Roth , quelques *Vellozia* (Amaryllidées), des *Carex*, (Cypéracées), des *Pennisetum*, nom indigène « Horompotoy » (Graminées).

Dans les parties où le sol est imprégné de chlorure de sodium (salines de la vallée de la Betaitra par exemple) on rencontre : *Arthrocnemon sp.*? (Salsolacées), une petite Chénopodiacée à feuilles glauques, *Carex sp.* ?, *Panicum sp.* ? (Graminées), *Equisetum sp.* ? (Equisétacées), en un mot une végétation toute spéciale à feuillage vert bleuâtre et épais. Par endroits un peuplement de Baobabs se présente : *Adansonia alba* Jum. et Pér., *A. madagascariensis* Bail. (Malvacées), *Barringtonia speciosa* Wall., nom indigène : « Fotobe », nom créole « Bonnet de prêtre » (3). Myrtacées) etc. ; mais la végétation reste toujours pauvre et clairsemée.

b) *Grès et sables de l'intérieur.*

On pourrait désigner sous le nom de « brousse à Satra » la végétation des plaines sableuses et sous celui de « brousse à Barabanja » celle des montagnes (fig. 6) et des collines gréseuses.

Le Palmier « Satra » (4), (*Hyphaene coriacea* Gaertn.) est une sorte de Latanier épineux, qui couvre toutes les portions de terrain

(1) Voir : J. Costantin. Les végétaux et les milieux cosmiques, page 192, figure 91 (variations du géotropisme).

(2) C'est avec le bois de Filao que les malgaches fabriquent les gouvernails de leurs embarcations. Les pieux de Honko sont employés en particulier pour la fabrication des parcs à bœufs, pour faire des timons de charrettes à bœufs. Le Harkolahy est un bois rouge foncé à grain très serré et qui se travaille très bien, quoique dur.

(3) Ou bonnet carré, allusion à la forme du fruit.

(4) H. Poisson. Quelques mots sur l'utilisation du Satra de Madagascar (*Revue d'histoire naturelle appliquée*, 1re partie, 1re année, n° 7, juillet 1920. (Edité par la Société d'acclimatation de France). — M. Claverie a montré l'utilité de cette plante comme textile (piassava) (*Annales du Musée colonial de Marseille* 1909).

s'étendant depuis les derniers reliefs du Massif d'Ambre jusqu'aux premières collines situées au sud du district d'Ambilobe. C'est aux environs de Marivorano sur la Mananjeba, d'Ambilobe et d'Issessy, que ces formations sont le plus développées ; elles ne disparaissent à l'ouest qu'à l'apparition des Palétuviers, et à l'est à celle des forêts des collines. Le sol sableux n'est plus comme sur le rivage, il

Fig. 6. — Végétation des grès de l'Androfiamena, Province de Diégo-Suarez.

est constitué par des arènes micacées provenant de la désagrégation des roches granitiques et grenues qui composent les hauts sommets du district d'Ambilobe (Besofo 1180 m., Andrahary 1422 m., Ampiotro, 1705 m. etc), tous contreforts du Tsaratanana point culminant de l'île toute entière (2880 m.).

De loin en loin existent des bas fonds argileux, marécageux en saison des pluies et sans eau en saison sèche ; l'on y rencontre des « Bararata » épineux, *Phragmites communis* Trin., des *Pennisetum* (Graminées), quelques espèces aquatiques: *Potamogeton* (Naïadacées), *Pistia stratiotes* L., *Colocasia antiquorum* Schott. (Aroidées) nom indigène « Saonjo » ; cette plante est cultivée près des villages par les indigènes qui mangent les feuilles (1) et les tubercules.

(1) Tout autour des villages existent un certain nombre de végétaux toujours à peu près les mêmes, ce sont : au centre, un gros Tamarinier ou un Manguier, tout autour des cases le « Pemba » *Eriodendron anfractuosum* D. C., l'arbre à kapok employé comme bourre pour faire des matelas Malvacées, parfois des Cocotiers,

Le long des fleuves on trouve un très bel arbre, le « Mantaly », (*Terminalia sp.* ?, Combrétacées) qui est le représentant, dans la flore sableuse de l'intérieur, du Badamier (*Terminalia Catappa* L.) du littoral.

La brousse à « Barabanja » (*Mascarenhasia augustifolia* D. C., Apocynées), est caractéristique de toutes les formations sédimentaires grèseuses de la province de Diégo-Suarez (Andrafiamena) et du district autonome d'Ambilobe, (régions de l'Ankomokomo, du Leveky, de l'Antsakaï, etc); c'est en effet cet arbuste ou des types voisins, qui y domine. Ce fait contrôlé par moi dans mes tournées avait déjà été signalé par M. Périer de la Bathie (1).

Ces Apocynées affectent généralement l'aspect d'un buisson à rameaux fréquemment parallèles à la tige principale (forme en candélabre) (2), et possèdent de belles fleurs légèrement orangées sur fond blanc, très odorantes (3). A côté des *Mascarenhasia* existent des petits bois d'une Vernoniée éricoïde semi-arborescente, un bel arbre à fleurs blanches (*Cordia sp.* ? Borraginées), à port de Cerisier, le *Dichaetanthera crassinodis* Bak., (Mélastomacées), le « Toro-toro » (Anacardiacée), dont le bois rouge orangé et demi-tendre est employé à la construction des cases. Une autre plante de la même famille formant par endroits des bois très importants est

presque toujours des Papayers, souvent des Raphias; des arbustes tels que « l'Ambrevade » (*Cajanus indicus* Spreng., Légumineuses), le « Piment Martin » (nom créole) (*Capsicum mininum* Roxb. Solanées), quelques cultures de Riz, de Manioc, de Canne à sucre (mangés en vert) de Maïs (dont les indigènes consomment, en friandises, les pains ou fruits rôtis sur le feu); des « brides mafana » (« herbes chaudes », synonyme de poivré ou piquant, servent de condiment dans le riz) — *Spilanthes Acmella* (Composées), des « Voèmes ». *Vigna catiang* Walp., Légumineuses, des « Pois du Cap » (*Phascolus lunatus* L., Légumineuses), etc. Lorsqu'on passe dans la brousse sur l'emplacement d'un ancien village on y reconnaît les plantes caractéristiques.

(1) Jumelle et Périer de la Bathie. Les plantes à caoutchouc du nord de Madagascar. Paris, Challamel 1911, p. 7. *Ibidem*. Fragments biologiques de la flore de Madagascar (*Annales du Musée Colonial de Marseille*, 1910, p. 11.

(2) Dans beaucoup de plantes malgaches on trouve entre les formes arborescente et arbustive une foule d'intermédiaires, notamment des types buissonnants et lianoïdes.

(3) On rencontre des espèces à fleurs velues ou non (calice), à étamines saillantes ou rentrées dans le tube corollaire, à coloration variable et cela sur un seul et même pied. Il est probable qu'il y a plusieurs espèces de « Barabanja » dans le nord comme il y a plusieurs espèces de « Guidroa » (autres *Mascarenhasia*) dans l'ouest ou le sud, mais peut-être pas autant qu'on l'a cru; il faut tenir compte du jordanisme des plantes malgaches.

le « Mahabibo » (*Anacardium occidentale* L., « Noix d'acajou »), (Antsakaï) ; dans la même région mais dans les vallées (Ifasy, Mamoro) des savanes à *Cyperus compactus* Lam., (Cypéracées), des boquetaux de « Piso-piso » *Woodfordia floribunda* Salis., (Lythrariées) à fleurs rouges.

Sur les pentes élevées, à partir de la cote 600, existent des buissons de Bruyères, (*Philippia sp.* ?, Ericacées) puis des étendues d'arbustes épineux les « Fatipatika », *Mimosa aspera* L. (Légumineuses) (1), tandis que dans les endroits découverts des *Pennisetum* (Graminées) sont mélangés au *Pteris aquilina* L. (Filicinées) analogues à celles de Fontainebleau mais plus rabougries — Sur les parties abruptes des falaises grèseuses, de petits Bambous longs et grêles, de couleur jaunâtre, tranchent sur le ton rouge de la roche et sur le reste de la végétation (2).

Des *Hibiscus sp.* ? (Malvacées) à fleurs jaunes et quelques *Vernonia* (Composées) complètent le paysage. Dans les ravins ou précipices (3), on rencontre quelques *Raphia* (*Raphia Ruffia* Mart., Palmiers), des « Vakoa » (*Pandanus myriocarpus* Bak. et plusieurs autres espèces), les grands « Ravenalas » ou « arbres du voyageur » (*Ravenala madagascariensis* Sonn., Musacées) qui étendent majestueusement leur énorme éventail de feuilles, végétaux particuliers et caractéristiques du pays malgache.

Entre toutes ces plantes se trouvent des grès gris ou rosés de forme variable, entremêlés de bancs d'argiles bariolées, ce qui contribue à donner à ce pays un aspect un peu étrange — Il est à remarquer aussi que les Mousses et les Lichens (*Hypnum*, Muscinées, *Cladonia*, *Usnea*, Lichens) apparaissent dans ces terrains vers 600 m. On n'en retrouve que vers 1300 m. dans les terrains volcaniques de la forêt d'Ambre.

(A suivre)

(1) Ces buissons épineux de *Mimosa* remplacent à partir de 5 à 600 m. les Barabanja comme végétaux dominants.

(2) Ces Bambous sont certainement différents de ceux des calcaires et semblen bien appartenir à des espèces botaniques distinctes.

(3) Les différences d'altitude dans ces régions sont quelquefois très brusques, par exemple dans l'Andrafiamena entre le point géodésique 765 (cote d'altitude) et le village d'Ambodifia Karàna (littéralement : au pied de l'escarpement) il y a à vo d'oiseau, environ 12 kilomètres et ce dernier village est à la cote 50 soit 715 m. de différence.

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

DU

VEXIN FRANÇAIS

par M. Pierre ALLORGE

(suite)

Parmi les éléments du *Schœnetum* qui deviennent ici très abondants et constants, il faut citer *Cirsium anglicum*, *Potentilla Tormentilla*, *Scorzonera humilis*, *Scabiosa Succisa*.

Voici du reste, la liste des autres constantes de l'association :

Phragmites communis	***Rhamnus Frangula***
Molinia cærulea	***Mentha aquatica***
Parnassia palustris	***Galium uliginosum***
Angelica silvestris	***Cirsium palustre***

Les Géophytes sont moins nombreuses que dans le *Schœnetum* : cette diminution est peut-être une conséquence de la forte résistance que les racines très denses de *Molinia* opposent au cheminement des rhizomes. Les aspects saisonniers sont plus animés que dans l'association à *Schœnus* ; sur le fond d'abord vert intense, puis violacé et enfin jaunâtre de la Graminée sociale, se superposent successivement les floraisons vernales rose et jaune du *Cirsium anglicum* et du *Scorzonera humilis*, les floraisons blanches des Ombellifères qui précèdent l'aspect subautumnal dominé par les capitules bleus du *Scabiosa Succisa*.

Ubiquiste des sols tourbeux, la Molinie végète à la fois sur la tourbe « alcaline » et sur la tourbe « acide », que le substratum tourbeux soit sec ou mouillé ; comme pionnier, elle est fréquente sur les aires dénudées de l'argile à meulière et des sables de Fontainebleau où son rôle dans le repeuplement des landes et des bois incendiés

est particulièrement actif. La présence de cette Graminée sociale au bord des ruisselets incrustants de l'argile plastique montre qu'elle peut supporter des concentrations salines élevées.

Typiquement plante de lumière, le *Molinia* persiste longtemps dans les bois tourbeux (var. *viridiflora*) et dans les bois siliceux secs.

Enfin, et bien qu'elle prospère le mieux dans les parties non inondées de la tourbière, on rencontre cette plante, localement abondante, dans des dépressions très mouillées où l'association à *Cladium* est en régression.

Douée d'une telle souplesse vis-à-vis des facteurs écologiques, cette espèce participe à des groupements très divers et sa valeur différentiatrice reste toujours faible.

Le *Molinietum* des tourbières à Hypnacées analysé ici est donc une association secondaire, représentant, par rapport au *Schœnetum* un groupement dégradé.

Parallèlement, on rencontre dans la série de la bruyère tourbeuse à *Erica Tetralix*, une association dégradée où *Molinia* domine aussi, accompagnée d'une partie de ses associés de la tourbière à Hypnacées ; bien que ce groupement soit étudié ultérieurement, il est bon d'en citer dès ici un exemple comparatif :

Molinietum consécutif à une ancienne bruyère à *Erica Tetralix* draînée, sur sables de Fontainebleau (base), bois de Jambville.

Cladonia rangiferina	r	*Salix aurita*	rr
C. cf *pyxidata*	r	*Parnassia palustris*	r
**Sphagnum subnitens* (a	rr	*Potentilla erecta*	abt
**Aneura multifida*	rr	*Rhamnus Frangula*	r
Dicranum scoparium	pa	*Selinum Carvifolia*	pa
D. undulatum	r	**Hydrocotyle vulgaris*	rr
Stereodon cupressiforme var.	pa	*Peucedanum parisiense*	rr
Hypnum Schreberi	abt	**Erica Tetralix*	r
Molinia cærulea	dt	*E. cinerea*	rr
Calamagrostis Epigeios	pa	*Calluna vulgaris*	r
**Carex paniculata*	r	*Scabiosa Succisa*	abt
C. pilulifera	r	*Scorzonera humilis*	pa
**Epipactis palustris*	rr	*Cirsium anglicum*	pa
Betula pubescens	r		

(a) Les espèces marquées d'un astérisque sont localisées dans les fossés de draînage.

Sur les 27 espèces comprises dans ce relevé, 13, soit près de 50 % existent aussi dans la Moliniaie de tourbière à Hypnacées ; malgré ce coefficient de communauté assez élevé, qui atteste l'affinité

des deux groupements, la présence des Ericacées, des Lichens et des Sphaignes toujours absents de la Moliniaie de tourbière à Hypnacées (dans nos limites) oblige à séparer les deux groupements qui appartiennent d'ailleurs à deux séries évolutives très différentes.

Lorsque la Moliniaie confine à des associations de pelouses calcaires à Graminées, circonstance quelquefois réalisée dans les vallées (Nesles, Vallangoujard, Santeuil) et, plus souvent, en bordure des petits marécages de pentes, on constate des groupements mixtes où s'introduisent des xérophiles proprement dites comme *Brachypodium pinnatum*, *Linosyris vulgaris*, *Seseli Libanotis* etc. D'ailleurs, on observe aussi, accidentellement, dans l'association à *Schœnus*, d'autres espèces des pelouses sèches telles *Juniperus communis*, *Solidago Virga-aurea* : on trouvera dans Laurent [161, p. 119] une liste de xérophiles calcicoles qui se rencontrent à la fois dans la tourbière à Hypnacées et sur les coteaux calcaires.

Parfois, il y a, non seulement passage latéral (tabl. X, relevé 6) entre la Moliniaie et les groupements xérophiles des pelouses calcaires, mais succession sur place (tableau X, relevé 8). Le tableau X représente des exemples concrets d'individus intermédiaires entre l'association à *Schœnus*, le *Molinietum* et le pré sec à *Brachypodium*. Les 8 relevés, analysés statistiquement dans ce tableau, se rapportent aux localités suivantes :

1. Tourbière d'Arronville, entre les deux sources du Sausseron : *Schœnetum* typique.

2. Même localité : *Schœnetum* typique très dense.

3. Même localité : *Schœnetum* en voie de dégradation.

4. Brignancourt : *Molinietum* typique.

5. Roconval près Amenucourt : *Molinietum* typique en voie de déssèchement, avec quelques éléments de prairie mésophile.

6. Nesles-la-Vallée : *Molinietum* marginal, contigu à une pelouse à Graminées xérophiles.

7. Fay-les-Etangs : ancien *Molinietum* drainé et desséché, transformé en pré à *Festuca ovina*.

8. Rueil près Seraincourt : ancien *Molinietum* drainé et désséché, transformé en pré à *Brachypodium pinnatum*.

Tableau IX

RELEVÉS STATISTIQUES DU *SCHŒNETUM* ET DU *MOLINIETUM*

Pour chacun des relevés, 25 carrés de 25 cm. de côté ont été dénombrés ; les fréquences ont été ramenées à 5 degrés.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Ophioglossum vulgatum	..	1	1	..	..	1	..	..
Juniperus communis	..	..	..	..	..	1	..	1
Anthoxanthum odoratum	..	..	..	..	..	..	2	..
Agrostis alba	..	..	1	..	..	..	..	..
Calamagrostis Epigeios	..	..	..	..	..	1	..	1
Phragmites communis	2	5	3	5	1	2	1	1
Briza media	..	..	..	..	..	1	2	2
Molinia cœrulea	3	3	5	5	5	5	3	1
Festuca rubra	..	..	..	..	..	1	1	1
F. ovina	..	..	..	..	..	..	5	..
Brachypodium pinnatum	..	..	..	..	..	4	4	4
Avena pubescens	..	..	..	..	..	..	..	1
Schœnus nigricans	5	5	2	..	..	..	..	..
Cladium Mariscus	3	4	..	..	..	..	..	..
Eriophorum latifolium	1	..	..	..	..	..	..	..
Carex teretiuscula	1	..	..	..	..	..	..	..
C. panicea	..	1	2	3	1	1	1	..
C. disticha	..	1	..	..	..	..	..	..
C. glauca	..	..	..	..	..	2	..	3
C. flava	1	..	1	..	..	..	..	..
C. fulva	..	1	..	..	..	..	..	..
Juncus obtusiflorus	5	4	3	2	2	..	1	..
Orchis conopea	..	..	.	1	..	1	..	1
Liparis Lœselii	1	..	..	..	..	..	..	..
Epipactis palustris	1	5	..	1	..	..	..	..
Rumex Acetosa	..	..	..	..	..	..	2	..
Cerastium triviale	..	..	..	..	..	..	1	..
Drosera longifolia	1	.	..	..	..	..	..	..
Parnassia palustris	1	1	1	1	1	1	..	..
Potentilla Tormentilla	..	1	4	5	5	5	2	1
Genista tinctoria	..	..	.	..	..	1	..	2
Tetragonolobus siliquosus	..	..	..	..	..	..	..	2
Polygala calcarea	..	..	..	..	..	1	..	..
Rhamnus Frangula	1	..	1	1	..	1	..	..
Helianthemum vulgare	..	..	..	..	..	1	..	3
Lythrum Salicaria	..	..	..	1	..	..	..	..
Hydrocotyle vulgaris	3	2	..	2	1	..	1	..
Angelica silvestris	1	..	..	..	5	1	1	1
Selinum Carvifolia	..	..	..	3	5	1	1	1
Œnanthe Lachenalii	1	..	1	1	..	..	..	..
Samolus Valerandi	..	1	1	..	..	..	..	..
Anagallis tenella	1	1	1	..	..	..	..	..
Lysimachia vulgaris	..	.	..	2	..	1	1	..

TABLEAU IX *(suite)*

	1	2	3	4	5	6	7	8
Chlora perfoliata	..	..	..	..	..	1	..	1
Menyanthes trifoliata	3	1	..	..	..	..	..	..
Gentiana germanica	..	..	..	..	..	..	..	1
Vincetoxicum officinale	..	..	..	..	..	1	..	..
Mentha aquatica	..	3	2	3	1	..	..	..
Origanum vulgare	..	..	..	..	..	..	..	2
Lycopus europæus	..	..	1	3	..	..	..	..
Pedicularis palustris	..	1	..	..	..	..	..	..
Pinguicula vulgaris	1	..	..	..	..	..	..	..
Plantago lanceolata	..	..	..	..	..	..	1	..
Galium uliginosum	..	1	1	2	1	1	..	..
G. verum	..	..	..	..	1	..	..	2
Valeriana dioica	2	..	3	5	2	..	..	..
Scabiosa Succisa	..	..	1	3	3	5	3	4
Solidago Virga-aurea	..	..	..	..	..	1	..	1
Achillea Millefolium	..	..	..	..	..	..	1	3
Leucanthemum vulgare	..	..	..	..	..	..	3	..
Eupatorium cannabinum	..	..	..	..	..	..	1	..
Cirsium anglicum	..	..	..	2	5	1	..	..
C. palustre	..	..	..	2	..	..	..	..
C. oleraceum	..	..	..	..	1	1	1	..
Centaurea pratensis	..	..	..	..	1	..	2	3
Scorzonera humilis	..	..	2	..	5	1	..	..

3. - Taillis tourbeux à *Rhamnus Frangula* et *Polystichum Thelypteris*.

Des arbres et des arbustes s'installent çà et là dans la tourbière ; leurs semences sont apportées, pour la plupart, par les oiseaux frugivores qui traversent les marais.

Rhamnus Frangula, *Alnus glutinosa* et *Salix cinerea* se rencontrent ainsi communément par pieds isolés qui constituent autant de noyaux de colonisation ; leurs buissons, d'abord épars, se soudent en massif plus étendus qui se développent aux dépens des associations herbacées (Pl. 4, phot. I).

Ces trois espèces sont les plus répandues ; le Saule pourpre, le Frêne, l'Obier, le Troène, les Bouleaux (*Betula alba* et *B. pubescens*), le Nerprun, sont assez fréquents tandis que la Viorne, le Cornouiller sanguin, les Églantiers, le Prunellier restent toujours rares.

A mesure que la densité des arbustes s'accroît et que diminue l'intensité lumineuse qui traverse leur feuillage, le *Schœnetum* et le

Molinietum se dissocient et perdent la plupart de leurs éléments ; à cette phase, on observe des termes mixtes marqués par la disparition successive des plantes de lumière.

La stratification est toujours très nette : la strate muscinale est encore bien développée, mais les espèces des associations précédentes ont pour la plupart disparu sauf *Mnium Seligeri* qui peut supporter une diminution sensible de lumière ; *Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium Stokesi* sont très abondants et parmi ces Mousses *Lysimachia Nummularia*, Chaméphyte à tige herbacée, est localement dominante, remplaçant les petites Hémicryptophytes.

Parmi les hautes herbes, *Molinia* reste longtemps codominante (var. *viridiflora*) avec *Phragmites ; Cladium* s'efface ainsi que la plupart des autres Cypéracées, éliminées par l'ombre de la strate arbustive tandis que *Polystichum Thelypteris* devient très abondant. Une espèce enfin n'apparaît, dans nos limites (vallées de la Viosne et de la Troesne), qu'avec ce groupement, *Aconitum Napellus pyramidalis*, élément subalpin, eurasiatique, qui est localisé, dans le Bassin de Paris, dans la tourbière boisée à Hypnacées.

Les phytogéographes anglais ont donné le nom de *fen-carr* (1) à ce type de bois tourbeux qui succède soit au *Schœnetum*, soit plus souvent au *Molinietum*.

Lorsque ce bois tourbeux se forme aux dépens de l'association à *Cladium*, c'est-à-dire au bord des grands fossés aquatiques, il reste longtemps inondé et la strate herbacée garde un caractère aquatique bien net : c'est le *swamp-carr* des auteurs anglais.

Dans cette variété de bois tourbeux, *Carex paniculata* et *C. paradoxa* jouent un rôle très important ; avec les Fougères, ils représentent les éléments essentiels de ce groupement complexe.

Le tableau X permet de constater la constance de ce complexe par la comparaison d'un bois tourbeux de ce territoire (I) Berville, lieu-dit les Aulnaies) à un bois tourbeux du marais d'Heurteauville (S. I), d'une part (II) et au type général du *carr* de l'Angleterre du Sud-Est (III), d'autre part.

La plupart des espèces de cette liste se retrouvent, éléments

(1) Ce terme de *carr*, qui désigne en Angleterre le bois tourbeux de tourbière à Hypnacées, se retrouve dans les langues scandinaves où il s'applique tantôt au bois tourbeux, tantôt au marais tourbeux lui-même, devenant dans ce dernier cas synonyme de *fen*.

Tableau X

TAILLIS TOURBEUX A *RHAMNUS FRANGULA* ET *POLYSTICHUM THELYPTERIS*

ESPÈCES	I	II	III	ESPÈCES	I	II	III
Equisetum limosum	+	..	..	*Ribes nigrum*	..	..	+
Polystichum spinulosum	+(1)	+	..	*R. Uva-crispa*	+	..	+
P. Thelypteris	+	+	+	*Spiræa Ulmaria*	+	+	+
Athyrium Filix-Femina	+(2)	+	..	*Rubus fruticosus* agg.	+	+	..
Osmunda regalis	..	+	+	*Prunus spinosa*	+	..	..
Phragmites communis	+	+	..	*Cratægus monogyna*	+	..	..
Carex acutiformis	+	+	+	*Rhamnus Frangula*	+	+	+
C. paniculata	+	+	+	*R. catharticus*	+	+	+
C. paradoxa	+	..	..	*Cornus sanguinea*	+	..	..
Iris Pseudo-Acorus	+	+	+	*Lysimachia vulgaris*	+	+	..
Salix cinerea	+	+	+	*Fraxinus excelsior*	+	+	+
S. repens	..	..	+	*Ligustrum vulgare*	+	+	+
Betula pubescens	+	+	+	*Calystegia sepium*	+	+	..
Alnus glutinosa	+	+	+	*Scutellaria galericulata*	+	+	..
Myrica Gale	..	+	+	*Solanum Dulcamara*	+	..	..
Quercus pedunculata	+	+	+	*Galium elongatum*	+	..	..
Urtica dioica	..	..	+	*Viburnum Lantana*	+	..	..
Ranunculus Lingua	+	..	..	*V. Opulus*	+	+	+
Caltha palustris	+	..	+	*Eupatorium cannabinum*	+	+	..
Ribes rubrum	+	+	+				

(1) *Polystichum cristatum*, signalé à la tourbière d'Arronville, et que je n'ai pas rencontré, est également une Fougère de bois tourbeux.

(2) et var. *latipes*.

occidentaux exceptés, dans les bois tourbeux (Waldmoore) de l'Europe centrale et jusque dans l'Europe orientale [105].

Les « touradons » (1) des *Carex* cespiteux et les souches plus ou moins décomposées des arbres hébergent, en dehors des Fougères, un certain nombre de Muscinées dont l'ensemble représente ici un groupement subordonné.

Voici la liste générale des Muscinées observées dans les différents bois tourbeux à *Polystichum Thelypteris* du Vexin :

(1) Ce terme désigne les mottes élevées que forment certaines Graminées et Cypéracées de stations inondées ou mouillées [116].

Aneura multifida	*Polytrichum formosum*
Lophocolea heterophylla	*Amblystegium serpens*
Cincinnulus Trichomanis	*Isopterygium silesiacum*
Campylopus turfaceus	*Plagiothecium denticulatum*
Mnium hornum	*Brachythecium rutabulum*
M. punctatum	*Oxyrhynchium speciosum*
Catharinea undulata	*Eurhynchium Stokesi*

Dans les parties inondées ou très mouillées qui isolent les mottes, *Amblystegium riparium* et *Mnium Seligeri* sont localement abondants.

Ce type de bois tourbeux est toujours rare dans nos limites et presque exclusivement localisé dans les vallées, sur la marge externe ou à l'intérieur des tourbières (Fay-les-Étangs, Moussy, Santeuil, Ableiges, Verville, Vallangoujard, Arronville, Montreuil-sur-Epte).

Comme tous les groupements complexes, ce bois tourbeux présente des affinités avec de nombreux groupements ; outre les relations avec les associations auxquelles il succède, on peut noter celles qu'il présente avec l'Aulnaie de vallées, d'une part, et avec l'Aulnaie tourbeuse de pentes, d'autre part. Très rarement, lorsque les facteurs édaphiques et physiographiques qui favorisent chacun de ces trois groupements se trouvent réalisés dans une aire réduite, on observe la juxtaposition des trois groupements. Je citerai, comme exemple d'une telle juxtaposition, le relevé (partiel) suivant d'un bois tourbeux établi à la limite des sables de Fontainebleau et des marnes vertes, au bois de l'Étang, C^ne^ de Fremainville : *Equisetum maximum, Polystichum spinulosum, P. dilatatum, P. Thelypteris, Osmunda regalis, Athyrium Filix-femina, Phragmites communis, Carex acutiformis, C. lævigata, C. Pseudo-Cyperus, Salix cinerea, Alnus glutinosa, Quercus pedunculata, Angelica silvestris, Selinum Carvifolia, Rhamnus Frangula, Lysimachia vulgaris, Senecio lanceolatus, Cirsium oleraceum.*

4. — Évolution des groupements de la tourbière à Hypnacées.

Lorsque la série progressive est complète, elle débute par l'association à *Potamogeton coloratus* et se termine par le bois mésophile à *Quercus pedunculata, climax* rarement atteint par suite de l'intervention de l'homme.

D'excellents exemples de succession s'observent dans la tourbière encore exploitée de Fay-les-Étangs.

Les fosses d'exploitations récentes, dont le fond repose sur l'argile et, dont les eaux sont, par suite, longtemps floculeuses se peuplent d'abord d'un tapis très dense de *Chara*, *Ch. hispida* en particulier, qui trouvent ici leur optimum écologique [160] et auxquelles s'adjoignent *Potamogeton coloratus*, *Sparganium minimum* ; sur les bords, des colonies de *Typha* représentent les pionniers de l'atterrissement (Pl. 3, phot. 1). A mesure que la sédimentation organique s'accentue, la ceinture d'Hélophytes s'élargit, l'association à *Cladium* s'individualisant aux dépens des associations submergées et flottantes.

Lorsque le fond des fosses (fosses anciennes) s'est exhaussé par accumulation de tourbe, les arbustes peuvent s'introduire et graduellement éliminer l'association à *Cladium* : c'est le stade du taillis tourbeux à *Rhamnus Frangula*.

L'assèchement se poursuit et le bois mésophile fait place au « carr » : *Polystichum Filix-mas*, *Polygonatum multiflorum*, *Paris quadrifolia*, *Circæa lutetiana*, *Primula elatior*, *Ajuga reptans* apparaissent alors avec *Quercus pedunculata* (1).

A Arronville, dans la partie centrale de la tourbière, la série est plus complète, le *Schœnetum* et le *Molinietum* s'intercalant entre l'association à *Cladium* et le taillis tourbeux.

Lorsque le drainage intervient, la Moliniaie se transforme en prairie mésophile et, plus souvent, en pré xérophile.

Ces diverses modalités de succession sont résumées dans le tableau XI.

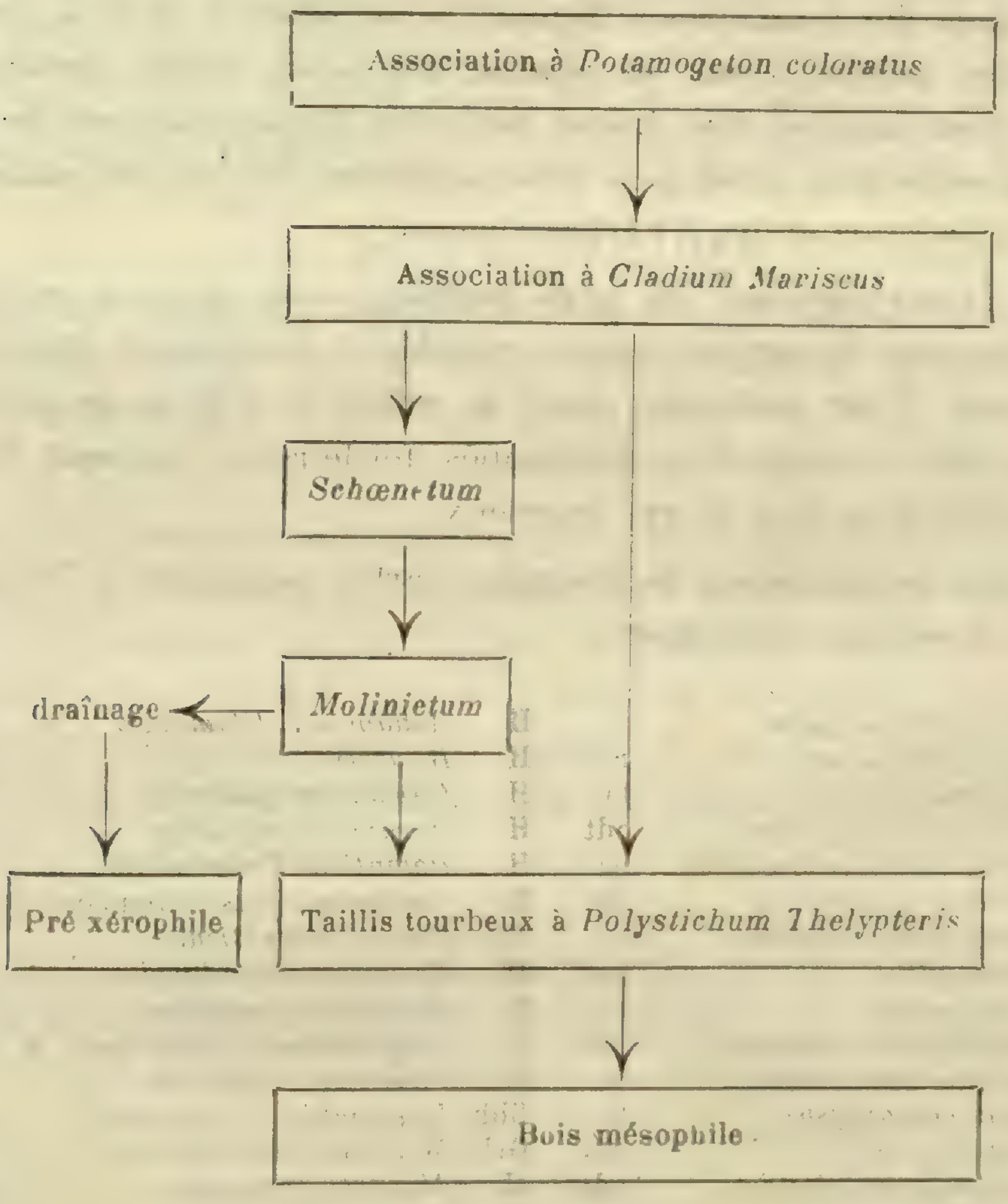
Un type de succession point pour point semblable a été signalé en Suède [130] et dans les tourbières du Sud-Est de l'Angleterre [186].

Dans les marais tourbeux calcaires de notre territoire, la minéralisation des eaux ne s'abaisse nulle part assez pour permettre l'installation des Sphaignes comme c'est fréquemment le cas dans les parties anciennes des grandes tourbières à Hypnacées : la tour-

1) C'est au Sud du chemin de Fay au Vivray qu'on rencontre ces fosses anciennes (abandonnées depuis 80 à 90 ans d'après des renseignements locaux) ; au Nord du chemin, dans la partie exploitée (1917), les fosses sont plus récentes, les plus jeunes ayant environ 20 ans.

Tableau XI

Succession dans la Tourbière à Hypnacées



bière de transition qui s'observe par exemple si nettement dans les tourbières de la vallée de la Basse-Seine (Heurteauville, Marais-Vernier) ou du Jura, n'existe pas ici ou du moins n'existe plus (1).

La succession résumée dans le tableau XI est un excellent exemple de *succession biotique* que l'on peut opposer à la *succession topographique* décrite précédemment à propos des groupements littoraux des cours d'eau : ici l'atterrissement se fait par sédimentation surtout *inorganique*, tandis que dans la tourbière, c'est la sédimentation *organique* qui a le rôle prépondérant.

(1) L'indication par Graves [125] du *Rhynchospora alba* dans les marais de Liancourt-Saint-Pierre semblerait indiquer l'existence, autrefois, d'une tourbière de transition ; cette Cypéracée est, en effet, un élément de tourbière à Sphaignes et de tourbière de transition.

5. — Pré tourbeux acide à Cypéracées et Joncacées.

En dehors des tourbières à Hypnacées, on observe çà et là, dans le fond des vallées et sur les pentes, des groupements herbacés établis sur sol argileux mal drainé, recouvert d'une mince couche de tourbe, et où le plan d'eau, peu élevé au-dessus du sol, est masqué par un gazon court et dru d'herbes vivaces.

Sans valeur agricole, ces prés tourbeux sont devenus rares ; presque partout, ils ont été drainés, chaulés et ensemencés d'herbes fourragères. C'est seulement dans la vallée de l'Epte qu'on en rencontre des exemples bien développés, tel le relevé suivant, bien représentatif de ce type de pré tourbeux.

« Prairie communale » de Fourges, partie marginale S.-E., sur alluvions modernes, argileuses.

	Fissidens adiantoides	r	H	*Ranunculus Flammula*	abt
	Bryum ventricosum	r	H	*R. acris*	pa
	Mnium Seligeri	ta	H	*Cardamine pratensis*	r
	Acrocladium cuspidatum	cdt	H	*Parnassia palustris*	rr
	Drepanocladus intermedius	pa	H	*Potentilla Tormentilla*	abt
Grh	*Equisetum palustre*	abt	H	*Tetragonolobus siliquosus*	r
Grh	*Ophioglossum vulgatum*	r	Th	*Linum catharticum*	pa
H	*Agrostis alba*	pa	H	*Hydrocotyle vulgaris*	abt
H	*Festuca rubra*	r	H	*Epilobium palustre*	rr
H	*Anthoxanthum odoratum*	abt	H	*Helosciadium nodiflorum* (2)	rr
H	*Danthonia decumbens*	rr	H	*Samolus Valerandi*	r
Grh	*Scirpus compressus*	ta	Chh	*Lysmachia Nummularia*	abt
H	*S. setaceus* (1)	abt	Grh	*Menyanthes trifoliata*	abt
Grh	*Heleocharis uniglumis*	cdt	H	*Myosotis cespitosa*	r
Grh	*Carex disticha*	pa	H	*Brunella vulgaris*	pa
Grh	*C. panicea*	abt	H	*Mentha aquatica*	abt
H	*C. Œderi*	r	H	*Veronica serpyllifolia*	rr
H	*C. flava*	rr	H	*Pinguicula vulgaris*	rr
H	*C. distans*	pa	H	*Galium palustre*	pa
Grh	*C. vulgaris*	abt	H	*Plantago lanceolata*	r
Grh	*Eriophorum angustifolium*	cdt	H	*Valeriana dioica*	abt
H	*Juncus lamprocarpus*	r	H	*Scabiosa Succisa*	pa
H	*J. supinus*	rr	H	*Cirsium palustre*	r
Grh	*J. silvaticus*	r	H	*Taraxacum palustre*	rr
H	*J. conglomeratus*	pa	H	*Bellis perennis*	r
H	*Luzula campestris*	pa	H	*Hieracium Auricula*	r
Gtb	*Orchis incarnata*	r	H	*Scorzonera humilis*	r
Grh	*Epipactis palustris*	r	H	*Leontodon hispidus* (3)	r
H	*Caltha palustris*	r			

(1) forme vivace.

(2) var. *ochreatum*.

(3) var. *hastile*.

Dans les fossés d'écoulement qui sillonnent la prairie, *Menyanthes* devient dominant, il est accompagné d'*Œnanthe Lachenalii, Stellaria palustris, Senecio paludosus, Scirpus Tabernæmontani, Iris Pseudo-Acorus, Glyceria fluitans, Carex paradoxa, Drepanocladus aduncus, Calliergon Richardsoni*, groupement qui se rattache à l'association à *Cladium Mariscus*.

Çà et là, *Juncus effusus* forme des îlots où plusieurs espèces (*Lythrum Salicaria, Lysimachia vulgaris, Epilobium tetragonum*), broutées ailleurs par le bétail, sont protégées ici par les tiges piquantes du Jonc et parviennent à fleurir.

En dehors des plantes citées dans cette liste, on rencontre dans ces prés tourbeux un grand nombre d'autres espèces, les unes ubiquistes des prairies à Graminées mésophiles et provenant des prairies voisines, les autres plus localisées et rares en dehors des prés tourbeux telles *Sagina nodosa, Geum rivale, Helosciadium repens, Euphorbia palustris, Cyperus longus* (1) (Pl. 4, phot. II), d'autres enfin déjà signalées dans les groupements de tourbière à Hypnacées proprement dits, comme *Molinia cærulea, Orchis conopea, Pedicularis palustris*.

Dans la zone mouillée des marnes vertes, on peut rapporter à ce type les prés marécageux à humus acide où les Joncs (*J. effusus, J. conglomeratus, J. silvaticus, J. lamprocarpus. J. supinus*) dominent avec *Carex acutiformis, Equisetum palustre, Holcus lanatus, Cardamine pratensis, Valeriana dioica, Lotus uliginosus, Cirsium palustre, Galium palustre*; c'est dans les sources et les ruisselets découverts qui arrosent ces prés que l'association à *Philonotis cespitosa* et *Montia rivularis* se développe quelquefois.

Les Hémicryptophytes sont les plus nombreuses, mais ce sont les Géophytes qui dominent et qui donnent au groupement sa physionomie particulière.

Au fur et à mesure que les conditions édaphiques et physiographiques se modifient par le drainage, les éléments praticoles deviennent plus nombreux, puis prépondérants et l'on constate alors des groupements mixtes, peu homogènes, dont les relevés présentent entre eux un coefficient de communauté très bas.

(1) Ces cinq espèces ne se rencontrent pas en dehors des vallées ; je n'ai observé des trois dernières que dans la vallée de l'Epte.

Ces types mixtes, très répandus, attestent l'extension, autrefois considérable, des prés tourbeux : en dehors de la vallée de l'Epte, on les trouve surtout dans les vallées de l'Aubette de Magny, du Montcient, du Réveillon, de l'Esches, de la Troesne.

Je me bornerai à citer un exemple provenant de la vallée du Cudron, à Parnes :

	Acrocladium cuspidatum	H	*Trifolium repens*
Grh	*Equisetum palustre*	H	*Lathyrus pratensis*
H	*Agrostis alba*	Th	*Linum catharticum*
H	*Holcus lanatus*	H	*Lythrum Salicaria*
H	*Cynosurus cristatus*	H	*Hydrocotyle vulgaris*
H	*Festuca rubra*	Chh	*Lysimachia Nummularia*
Grh	*Carex panicea*	Grh	*Menyanthes trifoliata*
Grh	*C. glauca*	H	*Mentha aquatica*
Grh	*Juncus compressus*	H	*M. rotundifolia*
H	*J. lamprocarpus*	H	*Brunella vulgaris*
Gtb	*Orchis latifolia*	H	*Plantago lanceolata*
H	*Potentilla Tormentilla*	H	*Leucanthemum vulgare*
H	*Lychnis Flos-Cuculi*	H	*Centaurea pratensis*
H	*Geum rivale*	H	*Pulicaria dysenterica*
H	*Lotus corniculatus*	H	*Cirsium palustre*
H	*Trifolium pratense*	H	*C. oleraceum*

Il s'agit, comme on le voit, de groupements très hétérogènes que l'on retrouve çà et là sur les pentes argileuses et marneuses, au contact des associations de tourbière à Hypnacées (de pentes) analysées précédemment.

Parmi les nombreux types de prés tourbeux qui ont été décrits, c'est du pré acide à *Eriophorum angustifolium* que notre type se rapproche le plus [27] ; on peut aussi le comparer aux prairies mouilleuses d'Ecosse [129] et aux *Juncus*-swamps d'Angleterre [177 .

7. — ASSOCIATIONS DES PRAIRIES A GRAMINÉES MÉSOPHILES

Les prairies mésophiles, prairies fauchables et pâturages, apparaissent dans les plaines de l'Europe occidentale et moyenne comme des groupements semi-naturels, composés d'éléments spontanés pour la plupart, mais dont la juxtaposition, l'association est réglée par l'homme. Comme le dit Warming [161, p. 150], ce sont des groupements « qui doivent essentiellement leur origine et leur composition à l'homme... Productions secondaires développées sur des aires

autrefois boisées » et qui « abandonnées à elles mêmes se reconstitueraient en association de bois mésophiles ».

Dans le Bassin de Paris, l'existence de prairies primitives est, à plus forte raison, très douteuse ; en Champagne, par exemple, dans la vallée de la Marne, moins modifiée cependant que la vallée de la Seine en aval de Paris, J. Laurent [161] estime que « beaucoup de prairies naturelles ne seraient pas primitives et auraient succédé soit à des défrichements de forêts, soit à des cultures ».

Les phytogéographes anglais considèrent aussi les prairies de vallées et de basse altitude comme des formes « rétrogressives », dérivées d'anciennes forêts ; ils distinguent ainsi plusieurs types de « grassland » correspondant chacun à un type de « woodland » [23].

Il faut ajouter que certaines prairies, celles des vallées surtout, sont établies sur d'anciennes aires tourbeuses ou marécageuses transformées par le drainage et amendées ; dans nos limites, la vallée de la Troesne est un excellent exemple de vallée tourbeuse ainsi améliorée.

On pourrait donc, d'après leur origine, distribuer les prairies et pâturages mésophiles en trois catégories suivant qu'ils ont succédé à des bois, à des marais (tourbeux ou non) ou à des cultures. Il s'agirait dans les deux premiers cas de succession primaire, dans le dernier cas, de succession secondaire, les aires cultivées peuplées en prairies ayant été elles-mêmes substituées à des bois ou à des marais.

Mais cette différence d'origine ne se traduit par des différences floristiques qu'aux phases de jeunesse et s'efface quand les conditions écologiques (artificiellement produites et maintenues) sont trop éloignées de celles qui permettaient l'existence et la persistance des éléments primitifs. Lorsque des prairies d'origine différente sont parvenues à un état d'équilibre relatif, entretenu par la fauche ou le pâturage, leurs divergences floristiques s'atténuent, les espèces dominantes favorisées par ces conditions spéciales ayant éliminé peu à peu les espèces moins bien adaptées ; et dès lors, l'ontogénèse du groupement est difficile à reconstituer malgré les renseignements, trop généraux, que peuvent fournir la toponymie et les cadastres. En outre, dans le Bassin de Paris, la répartition des aires cultivées, des bois et des friches ne varie plus sensiblement ; de ce fait, les stades de jeunesse sont rares et les éléments de comparaison trop

peu nombreux. C'est surtout dans le cas de prairies et de pâturages établis sur d'anciennes cultures que l'on peut suivre la série qui mène de la friche à herbes annuelles et bisannuelles aux groupements mésophiles où dominent les Hémicryptophytes vivaces.

Dans son Esquisse de la Géographie botanique de la Belgique, J. Massart [171] distingue plusieurs types de prairies : *prairies acides*, *prairies sèches*, *prairies d'alluvions*. Tous trois sont représentés dans notre région. Les prés tourbeux analysés précédemment appartiennent au premier type ; au second se rapportent les associations de pelouses xérophiles décrites plus loin. Quant aux prairies d'alluvions, prairies mésophiles par excellence, elles sont largement répandues dans nos vallées ; j'en rapprocherai les prés établis sur sol argileux ou marneux, à flanc de coteaux (argile plastique, marnes supra-gypseuses et marnes vertes) et sur les plateaux (limons et argile à meulière).

Je distinguerai ici deux types principaux de prairies mésophiles : la prairie hygro-mésophile à *Festuca arundinacea* et *Silaus pratensis* et la prairie mésophile proprement dite à *Arrhenatherum elatius*.

En dehors de ces types, on observe de nombreux groupements mixtes ou transitoires qui se laissent rattacher à l'une ou l'autre de ces associations : friches à herbes mésophiles, prés-bois, berges, talus des routes, etc.

Enfin, les prairies artificielles trouveront naturellement leur place dans ce paragraphe.

1. — Prairie hygro-mésophile à *Festuca arundinacea* et *Silaus pratensis*.

C'est le type de prairie établie sur sol compact, argileux ou marneux, inondé l'hiver, mais bien drainé et jamais tourbeux.

Cette association s'observe au fond des vallées, sur alluvions modernes argilo-sableuses, sur les pentes, au niveau de l'argile plastique et des marnes vertes et enfin, rarement pure, sur l'argile à meulière.

Le tableau XII comporte seize relevés répartis sur ces quatre substratums et provenant des localités suivantes :

1. Vallée du Montcient, à Gaillon ; prairie pâturée, alluvions modernes.

2. Vallée de l'Epte, à Bray-Lû, prairie pâturée, all. mod.
3. id., à Beausseré, prairie pâturée, all. mod.
4. Vallée de l'Esches, à Fosseuse, prairie pâturée, all. mod.
5. Follainville, pré non pâturé, argile plastique.
6. Chantemelle, pré non pâturé autour d'une source, arg. plastique.
7. Montalet-le-Bois, prairie pâturée, arg. plastique.
8. Chambors, talus, arg. plastique.
9. Boisemont, prairie pâturée, marnes vertes.
10. La Chartre, pré-verger, marnes vertes.
11. Maudétour, pré-verger, marnes vertes.
12. Chavençon, pré non pâturé, marnes vertes.
13. Serans, pré non pâturé, marnes vertes.
14. Arthies, pré-verger, arg. à meulière.
15. Aincourt, prairie pâturée, arg. à meulière.
16. Villers-en-Arthies, bas-côtés de la route de Maudétour, arg. à meulière.

C'est dans le fond des vallées que la tendance hygrophile du groupement s'exprime le mieux par la dominance ou l'abondance de *Deschampsia cespitosa* et la présence de *Senecio aquaticus*, *Trifolium patens* et de plusieurs autres espèces rencontrées dans des relevés non portés au tableau XII [*Petasites vulgaris* R (Arronville, Chambors), *Œnanthe peucedanifolia* et *Œ. silaifolia* R (vallée de l'Epte), *Polygonum Bistorta* RR (Dangu)].

Ce faciès à *Deschampsia cespitosa* est localisé dans les « prés bas », situés à un niveau sensiblement inférieur à celui des prairies mésophiles proprement dites ; on observe souvent des termes intermédiaires entre les prés-marais à Cypéracées et ces prés à *Deschampsia*.

Généralement livrés au pâturage, ces prés consistent alors en une herbe rase piquée çà et là des touffes vert-glauque et vert-foncé de *Juncus glaucus* et de *Deschampsia cespitosa ;* ces deux espèces, délaissées par le bétail, forment des sortes d'îlots de refuge où nombre d'espèces broutées ailleurs sont ici protégées des ruminants par les feuilles et les tiges piquantes ou coriaces de ces deux plantes.

Tableau XII

PRAIRIE HYGRO-MÉSOPHILE A *FESTUCA ARUNDINACEA* ET *SILAUS PRATENSIS*

	ESPÈCES	Alluvions modernes				Argile plastique				Marnes vertes					Argile à meulière		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	CARACTÉRISTIQUES																
H	**Festuca arundinacea**	abt	..	..	rr	+	+	+	abt	..	..	rr	pa	..	..	+	..
H	**Cynosurus cristatus**	pa	abt	..	abt	..	..	+	..	abt	**dt**	r	r	+	**cdt**	abt	abt
Grh	*Carex tomentosa*	..	r	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r
Gtb	*Orchis viridis*	..	rr	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Gb	**Colchicum autumnale**	pa	..	r	abt	+	..	..	r	..	r	..	pa	..	rr	..	r
H	**Stellaria graminea**	r	..	..	..	+	+	..	..	..	r	..	..	+	r	+	pa
Th	*Trifolium patens*	..	rr	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**T. fragiferum**	abt	..	abt	pa	+	+	+	pa	ta	..	..	r	..	r	+	..
H	**Lotus tenuis**	..	r	..	r	..	+	..	r	r	..	pa	abt	+	..	+	..
H	*Tetragonolobus siliquosus*	..	..	..	r	+	+	+	abt	..	..	..	..	+	..	..	r
H	**Lathyrus pratensis**	pa	pa	..	r	..	..	+	pa	..	r	..	r	..	..	..	r
H	**Silaus pratensis**	..	pa	r	..	+	+	..	rr	r	pa	r	**dt**	..	..	..	abt
H	*Peucedanum carvifolium*	rr	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
H	**Mentha rotundifolia**	abt	pa	..	abt	+	+	+	..	pa	r	pa	..	..	r	..	..
H	**Pulicaria dysenterica**	abt	pa	pa	pa	+	+	+	**dt**	..	pa	ta	abt	..	..	..	**cdt**
H	**Bellis perennis**	abt	abt	abt	ta	+	+	+	r	abt	abt	abt	..	+	abt	+	abt
H	*Senecio aquaticus*	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H²	*Crepis biennis*	rr	..	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
	UBIQUISTES DES PRAIRIES MÉSOPHILES																
Th	*Gaudinia fragilis*	r	..	..	..	+	..	+	..	rr	..	..	..	+	..	+	..
H	*Phleum pratense*	pa	..	r	..	..	..	..	..	r	..	..	r	..	rr	..	..
H	*Alopecurus pratensis*	r	pa	..	abt	..	..	+	..	..	..	..	..	+	pa	+	..
H	**Agrostis vulgaris**	..	abt	..	**cdt**	..	..	..	..	abt	r	pa	r	+	abt	+	**cdt**
H	**Arrhenatherum elatius**	..	r	..	..	+	+	+	r	..	r	..	r	+	r	..	..
H	**Holcus lanatus**	**dt**	ta	pa	**cdt**	**dt**	**dt**	+	abt	**dt**	abt	**dt**	pa	+	abt	+	abt
H	*Festuca pratensis*	r	pa	..	..	+	..	+	pa	..	..	..	..	+	..	+	..
Grh	*Poa pratensis*	pa	..	abt	pa	..	+	..	..	pa	..	..	pa	+	..	..	..
H	*Dactylis glomerata*	r	..	..	..	..	..	+	..	r	..	..	r	..	..	+	..
H	**Lolium perenne**	pa	r	abt	pa	..	+	..	..	pa	..	..	..	+	pa	..	..
H	*Hordeum secalinum*	r	pa	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	+	rr	..	..
H	**Ranunculus acris**	abt	ta	ta	abt	+	+	+	r	**cdt**	abt	abt	pa	+	ta	+	r
H	*Trifolium repens*	pa	..	..	..	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	+	r
Th	*Rhinanthus Alectorolophus*	..	r	..	..	+	..	..	..	abt	abt	..	..	+	..	+	..
H	**Brunella vulgaris**	pa	pa	abt	r	+	..	+	r	..	abt	pa	abt	..	r	+	abt
H	*Plantago lanceolata*	..	..	..	r	..	+	+	..	r	ta	r	..	..	..	..	r
H	**Leucanthemum vulgare**	..	pa	..	ta	+	+	+	..	pa	pa	..	abt	+	pa	abt	pa
H	*Centaurea pratensis*	abt	..	..	..	..	..	+	abt	..	..	r	..	..	..	..	..
H	*Leontodon autumnalis*	..	..	..	..	+	..	..	..	r	..	..	..	..	..	+	r
	ACCESSOIRES-PRINCIPALES																
Grh	*Ophioglossum vulgatum*	..	rr	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Juncus glaucus**	r	pa	**cdt**	..	+	+	+	r	..	r	r	pa	..	..	..	r
Grh	**Carex glauca**	..	..	..	..	abt	+	+	abt	..	r	r	**cdt**	..	..	..	abt
H	*C. vulpina*	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	*Deschampsia cespitosa*	..	**cdt**	abt	r	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	..	r
H	**Briza media**	pa	..	abt	..	a	..	+	..	r	pa	r	r	+	abt	+	pa
H	*Festuca rubra*	r	..	..	r	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Anthoxanthum odoratum**	abt	..	abt	abt	+	..	+	..	.	abt	..	..	+	**cdt**	**dt**	..
H	*Bromus erectus*	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	abt	..	..	+	..
H	*Brachypodium pinnatum*	..	..	..	..	+	+	+	abt	..	..	r	..	+	..	..	..
Gtb	*Orchis latifolia*	r	..	..	rr	+	..	..	..	..	r	..	..	..	..	+	..
H	*Leontodon hispidus*	pa	..	r	..	+	..	..	r	..	..	..	..	+	..	..	..
H	*Cardamine pratensis*	..	..	r	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	r
H	**Potentilla Anserina**	..	**cdt**	..	pa	+	+	+	..	abt	..	r	..	+	..	..	r
Chl	*Genista tinctoria*	rr	..	..	..	+	..	..	..	..	r	rr	rr	..	r	+	r
H	*Vicia Cracca*	..	..	..	..	+	+	..	r	..	..	..	pa	+	..	..	r
Th	**Linum catharticum**	r	..	..	r	+	..	..	pa	.	..	r	..	+	..	+	..
H	*Malva moschata*	..	..	..	pa	+	+	+	..	..	pa	r	abt	+	..	+	pa
Chh	**Lysimachia Nummularia**	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	r	r	+	..	+	..
H	**Symphytum officinale**	pa	..	ta	abt	..	..	+	pa	..	..	r	..	..	pa	..	abt
Th	*Chlora perfoliata*	r	abt	pa	r	+	+	..	r	r	..	..	..	..	..	..	..
H	*Taraxacum officinale*	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	r	rr	rr	..	..	..	..
H	*Hypochœris radicata*	r	..	..	pa	..	..	+	..	pa	..	..	..	+	pa	..	r
		..	..	..	..	+	+	..	..	..	r	..	..	+	r	+	..

Sur l'argile plastique, au voisinage des sources, l'association forme de petites taches prairiales rarement pâturées et, par suite, peu modifiées (Tableau XII, relevé 6).

Sur les pentes marneuses, où l'évaporation vernale et estivale n'est pas compensée par un apport suffisant d'eau tellurique, des espèces à structure xérophytique décidée comme *Bromus erectus* et *Brachypodium pinnatum* voisinent avec des hygrophiles ; imbibé d'eau en hiver, le sol est très aride en été et durant les années sèches, ces prés de pentes sont sillonnés de fentes de retrait.

Consécutifs, pour la plupart, à des bois défrichés, ces prés de pentes ont une faible valeur agricole et ils sont livrés à la vaine pâture ou complantés de Pommiers ; mais les arbres sont rarement assez serrés pour modifier l'illumination dans une mesure capable de favoriser l'installation d'espèces silvatiques, comme le fait s'observe dans les prés-vergers de Haute-Normandie, par exemple, où *Ficaria ranunculoides*, *Stellaria Holostea*, *Primula vulgaris* sont assez fréquents.

Sur l'argile à meulière enfin, l'association est rarement pure, elle renferme le plus souvent des éléments de landes et de bois siliceux.

La liste générale de l'association fournie par les relevés du tableau XII doit être complétée par l'adjonction de plusieurs espèces observées dans d'autres relevés et qui ont une valeur caractéristique variable.

H	*Festuca loliacea*	H	*Œnanthe silaifolia*
H	*Polygonum Bistorta*	H	*Œ. peucedanifolia*
H	*Lychnis Flos-Cuculi*	H	*Petasites vulgaris*
H	*Epilobium tetragonum*	H	*Cirsium palustre*
H	*Heracleum Sphondylium*	H	*Inula salicina*

Dans son ensemble, l'association est nettement dominée par les Hémicryptophytes comme tous les groupements mésophiles de lumière, d'ailleurs ; les Chaméphytes et les Thérophytes sont complètement effacées et la paucité de ces dernières est un des traits biologiques qui différencie cette association de l'association à *Arrhenatherum elatius*.

La plupart des Hémicryptophytes conservent des feuilles vertes toute l'année et les aspects saisonniers ont une grande diversité par suite de l'abondance et de la taille des espèces à fleurs brillantes ; depuis la floraison vernale des Renoncules jusqu'à la floraison autumnale du Colchique, la prairie s'anime de tonalités très variées.

La florule muscinale est peu variée dans le pré à *Festuca arundinacea* : *Eurhynchium prælongum, Acrocladium cuspidatum, Thuidium Philiberti, Fissidens taxifolius* y sont fréquents, *Rhytidiadelphus squarrosus* est commun sur l'argile à meulière.

Dans les parties dénudées des prés récents sur marnes ou argile plastique, les Phascacées sont souvent abondantes (*Phascum cuspidatum, Ph. curvicolle, Systegium crispum*) avec *Barbula unguiculata, B. gracilis* et *Bryum erythrocarpum*.

Les relevés qui figurent dans le tableau XII se rapportent à des individus d'associations bien développés et homogènes.

Sous des formes fragmentaires, mixtes ou dégradées, l'association se retrouve très fréquemment le long des routes et des chemins, sur les berges des rivières et à la lisière des bois.

Un des groupements fragmentaires le plus souvent réalisé s'observe sur les bas-côtés herbeux des routes, dans les sections établies sur sol argileux ou marneux ; ce sont des pelouses rases où dominent les espèces à tiges basses, décombantes ou rampantes et où l'on remarque à côté d'un certain nombre d'éléments de l'association type comme

Lolium perenne
Briza media
Agrostis vulgaris
Stellaria graminea
Ranunculus repens
Potentilla Anserina
Trifolium fragiferum
Trifolium repens
Glechoma hederacea
Brunella vulgaris
Plantago media
P. lanceolata
Taraxacum officinale

des espèces moins spécialisées ou préférant d'autres groupements telles :

Equisetum arvense
Potentilla reptans
Agrimonia Eupatoria
Odontites rubra
Verbena officinalis
Plantago major
Crepis virens

Aux abords des lieux habités, ce groupement s'enrichit généralement d'éléments rudéraux comme *Rumex pulcher, Chenopodium Bonus-Henricus, Saponaria officinalis*.

Sur les berges des grands fleuves, on remarque aussi des groupements mixtes comparables à la variété vicinale signalée ci-dessus et qui se relient à l'association type. La liste suivante rend compte de la constitution de ce groupement telle qu'il se réalise souvent le long de la Seine et de l'Oise :

Grh	*Equisetum arvense*	C	**H**	*Symphytum officinale*	C
H	*Lolium perenne*	CC	**Grh**	*Convolvulus arvensis*	CC
Grh	*Agropyrum repens*	C	**H**	*Verbena officinalis*	CC
Grh	*A. campestre*	PC	**H**	*Mentha rotundifolia*	PC
H	*Festuca arundinacea*	PC	**H²**	*Verbascum Blattaria*	R
H	*F. pratensis*	R	**H**	*Linaria vulgaris*	C
H	*Deschampsia cespitosa*	R	**Th**	*Odontites rubra*	C
H	*Dactylis glomerata*	C	**H**	*Plantago lanceolata*	CC
H	*Arrhenatherum elatius*	C	**H**	*P. media*	C
Grh	*Poa pratensis*	CC	**H**	*P. major*	CC
Grh	*Carex hirta*	PC	**H**	*Galium erectum*	C
H	*Urtica dioica*	C	**H**	*G. verum*	PA
H	*Aristolochia Clematitis*	PC	**H**	*Bellis perennis*	CC
H	*Saponaria officinalis*	C	**H**	*Pulicaria dysenterica*	PC
H	*Ranunculus repens*	C	**H**	*Achillea Millefolium*	CC
H	*R. acris*	R	**H**	*Tanacetum vulgare*	C
H	*Lepidium latifolium*	R	**H**	*Artemisia vulgaris*	C
H	*L. graminifolium*	R	**H**	*Senecio erucifolius*	R
H	*Agrimonia Eupatoria*	C	**H**	*S. Jacobæa*	C
H	*Potentilla reptans*	CC	**H**	*Leucanthemum vulgare*	R
H	*P. Anserina*	C	**H²**	*Cirsium lanceolatum*	PC
H	*Medicago falcata*	RR	**Grh**	*C. arvense*	C
H	*Lotus corniculatus*	C	**H**	*Lappa major*	PC
H	*Trifolium repens*	CG	**H**	*L. minor*	C
H	*T. fragiferum*	CC	**H**	*Centaurea pratensis*	C
H	*T. pratense*	C	**H**	*C. Calcitrapa*	R
H	*Vicia Cracca*	PC	**H**	*Taraxacum officinale*	CC
H	*Ononis campestris*	PC	**H**	*Lactuca Scariola*	C
H	*Malva moschata*	R	**H²**	*Crepis taraxacifolia*	PC
H²	*Pastinaca silvestris*	C	**Th**	*C. virens*	C
H	*Eryngium campestre*	C	**H²**	*Tragopogon pratensis*	C
H²	*Daucus Carota*	CC	**H**	*Leontodon autumnalis*	C
H	*Peucedanum carvifolium*	PC	**H**	*Cichorium Intybus*	PC
H	*Vincetoxicum officinale*	PC			

Plusieurs espèces sont localisées ici, dans les limites du territoire étudié, ce sont *Lepidium latifolium*, *Ononis campestris*, *Verbascum Blattaria*, toutes plantes non autochtones d'ailleurs.

La liste ci-dessus montre bien le caractère mixte de ce groupement où l'on trouve, côte à côte, des plantes de prairies mésophiles, des rudérales et des xérophytes de friches arides.

Certaines friches marneuses situées à la lisière des bois peuvent également se rattacher à la prairie à *Festuca arundinacea ;* ces friches, consécutives à des moissons ou à des prairies artificielles abandonnées, sont des groupements essentiellement transitoires. Abandonnées à leur évolution naturelle, ces friches peuvent se transformer en prairies, puis en prés-bois et finalement en taillis mêlés. Mais cette série est rarement complète : le plus souvent, ces friches sont défoncées. puis remises en culture.

En comparant des friches d'âges différents, on peut reconstituer les phases successives du peuplement; ces phases se déroulent suivant une loi générale à tous les terrains cultivés laissés à l'abandon. Les Thérophytes sont d'abord dominantes avec les Hémicryptophytes bisannuelles, puis s'effacent graduellement à mesure que les Hémicryptophytes vivaces s'emparent du terrain ; un stade relativement stable s'établit alors et se maintient jusqu'à ce que la végétation arbustive s'installe à son tour, éliminant les espèces de lumière.

Un taillis mêlé (Frêne, Saule Marsault, Cornouiller sanguin, etc.) peut ainsi se constituer, représentant ici le groupement final ; *Brachypodium silvaticum* domine souvent dans la strate herbacée.

Comme tous les groupements à végétation ouverte, ces friches ont une florule assez hétérogène et la liste totale des espèces que j'ai observées comporte plus de cent noms.

Voici seulement un relevé de friche assez récente, sur marnes vertes, à Jambville (parcelle abandonnée depuis cinq ans et occupée en dernier lieu par du Froment) :

	Fissidens incurvus	Th	*Ranunculus Sardous*
	Phascum cuspidatum	H	*R. repens*
	Pottia truncata	H	*R. acris*
	Bryum erythrocarpum	H	*Potentilla Anserina*
	Acrocladium cuspidatum	H	*P. reptans*
	Eurhynchium prælongum	H	*Lotus tenuis*
Grh	*Equisetum arvense*	H	*Trifolium repens*
H	*Holcus lanatus*	Th	*T. minus*
H	*Phleum pratense*	Th	*Vicia gracilis*
H	*Agrostis alba*	Th	*Geranium dissectum*
H	*A. vulgaris stolonifera*	Th	*G. columbinum*
H	*Lolium perenne*	H	*Malva moschata*
H	*Festuca arundinacea*	H^1	*Sison Amomum*
H	*Juncus lamprocarpus*	H^2	*Erythræa Centaurium*
H	*J. glaucus*	H	*Veronica serpyllifolia*
Grh	*Carex hirta*	H	*Plantago lanceolata*
Th	*Polygonum Persicaria*	H	*Bellis perennis*
H	*Stellaria graminea*	H	*Cirsium palustre*
Chh	*Sagina procumbens*	H	*Thrincia hirta*
Th	*S. apetala*	H^1	*Hypochœris radicata*
H^1	*Dianthus Armeria*	H	*Pulicaria dysenterica*

Parmi les autres espèces de ces friches marneuses, il faut citer les plus fréquentes :

Grh	*Asparagus officinalis*	H	*Sambucus Ebulus*
H	*Epilobium tetragonum*	H^1	*Dipsacus silvestris*
Th	*Torilis Anthriscus*	H^2	*Helminthia echioides*
H^2	*Pastinaca silvestris*	H	*Tussilago Farfara*

Sur les plateaux d'argile à meulière, on observe çà et là, sur des aires défrichées anciennement, des prés mixtes où *Cynosurus cristatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza media* dominent, accompagnés d'éléments caractéristiques de la prairie à *Festuca arundinacea* (tableau XII, rel. 14-16), d'une part, et, d'autre part, d'espèces comme *Centaurea nigra*, *Danthonia decumbens*, *Potentilla Tormentilla*, *Orchis bifolia*, *O. maculata*, *Serratula tinctoria*, *Scabiosa Succisa*, *Betonica officinalis*, *Solidago Virga-aurea*, *Melampyrum pratense*, *Agrostis canina*, *A. vulgaris*, *Thrincia hirta*, *Holcus mollis*; ces prés mixtes sur sol siliceux passent à des landes herbeuses à *Molinia* et *Calluna* ou à des taillis clairs de Bouleaux et de Chênes.

A s'en tenir au type homogène de l'association tel qu'il est représenté par le tableau XII, on peut la rapporter au groupe des prairies fraîches (Frischwiesen) décrites dans l'Europe centrale.

2. — Prairie mésophile à *Arrhenatherum elatius*.

Bien qu'il participe à plusieurs types de prairies, l'*Arrhenatherum* n'acquiert une importance réelle que dans certaines conditions stationnelles bien fixées et il s'accompagne toujours alors d'un cortège floristique homogène dont l'ensemble possède tous les caractères d'une association bien définie, homologue de l'Arrhénathéraie analysée par les géobotanistes de l'Europe Centrale.

C'est sur les sols calcaires ou marno-calcaires assez divisés, bien drainés, mais toujours frais, que l'association trouve son optimum écologique naturellement réalisé ; l'amendement et les engrais lui permettent de prospérer sur d'autres substratums, aussi cette association est-elle très répandue dans notre territoire, développée spontanément ou consécutive à des semis fourragers.

Le tableau XIII rend compte de la répartition édaphique du groupement dans le Vexin français ; les dix-neuf relevés qu'il comporte proviennent des localités suivantes :

1. Parmain, prairie de fauche.....	sur alluvions modernes
2. Triel id.	
3. Ile Belle, à Meulan, prairie récente	
4. Giverny, prairie de fauche.....	
5. Trie-Château, prairie pâturée.....	
6. Monts, prairie récente.....	
7. Hodent, prairie de fauche.....	

8. Gaillon, prairie pâturée.....	sur argile plastique
9. Vigny, prairie de fauche.....	
10. Hardricourt, talus herbeux.....	sur calcaire grossier
11. Osny, prairie déclive, pâturée	
12. Nucourt, prairie de fauche.....	sur limons des plateaux
13. Lattainville, prairie récente.....	
14. Chanteloup, prairie de fauche.....	
15. Vaux, prairie ni pâturée, ni fauchée	sur marnes supra-gypseuses
16. Aincourt, id.	
17. Le Ruel, prairie de fauche.....	
18. Montagny, prairie de fauche.....	
19. Chérence, prairie en lisière des bois	sur marnes vertes

Sur les alluvions anciennes, dans les parties non inondées en hiver, mais toujours fraîches, l'Arrhénathéraie se présente sous l'aspect exubérant de prairie de fauche, à herbe drue et haute, où les Graminées et les Papilionacées dominent ; suivant les modalités de l'exploitation et de l'aménagement, ces prairies présentent des variations quantitatives notables dans la proportion des espèces fourragères, variations qui, se traduisant par la dominance locale de tel ou tel élément, retentissent, par suite, sur la physionomie et les aspects saisonniers du groupement.

Sur les pentes calcaires, l'*Arrhenatherum* est en concurrence fréquente avec *Bromus erectus* et *Brachypodium pinnatum;* sur les versants chauds et fortement déclives, ces deux dernières l'emportent généralement, mais dans les parties moins sèches, une association mixte, méso-xérophile où *Bromus erectus* et *Arrhenatherum* sont en active compétition, se constitue ; c'est un groupement fortement influencé par l'homme et qui sera étudié dans le paragraphe des pelouses xérophiles (talus à *Bromus erectus).*

Sur les limons des plateaux, l'association est rare et ce sont les prairies artificielles qui sont surtout répandues.

Sur les marnes enfin, l'association occupe souvent les emplacements d'anciens bois défrichés, comme l'association à *Festuca arundinacea,* mais dans les aires plus sèches.

Comme la prairie à *Festuca arundinacea,* l'Arrhénathéraie apparaît souvent sous des formes fragmentaires ou dégradées; des formes transitoires sont également fréquentes, en particulier dans les

Tableau XIII

PRAIRIE MÉSOPHILE A *ARRHENATHERUM ELATIUS*

	ESPÈCES	Alluvions modernes							Argile plastique		Calcaire grossier		Limons des plateaux			Marnes supra-gypseuses			Marnes vertes	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	CARACTÉRISTIQUES																			
H	**Trisetum flavescens**	r	..	..	..	pa	..	pa	+	+	**cdt**	+	..	**cdt**	+	+	..	+	..	pa
Th	*Bromus racemosus*	..	pa	r	+	..	..	r	..	+	..	..	r	r	..	+	..	+	..	..
Th	**B. mollis**	r	abt	..	+	abt	+	abt	..	+	..	+	ta	abt	+	+	pa	+	+	r
Th	*B. commutatus*	..	..	..	+	pa	..	..	..	..	r	..	r	r	..	..	r	..	..	..
H	**Rumex Acetosa**	rr	abt	..	+	abt	..	pa	+	+	pa	+	r	..	+	..	..	+	+	r
H	*Silene inflata*	..	r	..	..	..	..	..	+	..	pa	+	rr	r	..	+	..	..	..	..
Th	**Medicago Lupulina**	..	abt	r	+	ta	+	r	+	+	abt	+	abt	pa	+	+	..	+	+	..
Th	*M. maculata*	r	..	..	+	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	+	+	r	..	..	pa
H	*Trifolium elegans*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	r
H	*T. fistulosum*	r	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..	pa	..	..	..	+	..	..
H	**T. pratense**	ta	abt	ta	+	ta	+	ta	+	+	r	+	pa	pa	+	+	abt	+	+	pa
H	**Lotus corniculatus**	abt	pa	r	+	abt	+	abt	+	+	abt	+	pa	pa	+	+	abt	+	+	abt
H	*Linum angustifolium*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r
H	**Galium erectum**	r	r	..	..	..	..	rr	+	+	pa	+	r	pa	..	+	r	..	..	.
H	**Knautia arvensis**	..	abt	..	+	..	..	..	+	+	..	+	pa	abt	..	..	..	+	..	r
Th	*Crepis virens*	..	r	pa	..	..	..	pa	..	+	..	..	.	..	..	+	..	..	+	..
H²	**C. taraxacifolia**	pa	rr	..	+	r	..	..	..	+	..	+	rr	r	+	+	abt	+	..	pa
H²	**Tragopogon pratensis**	pa	ta	..	+	pa	+	pa	+	..	r	..	pa	abt	+	+	pa	+	..	pa
	UBIQUISTES DES PRAIRIES MÉSOPHILES																			
Th	*Gaudinia fragilis*	..	rr	..	+	..	..	..	..	+	r	..	..	..	+	+	..	+	+	r
H	**Phleum pratense**	pa	r	..	+	**dt**	+	r	..	+	..	..	r	..	+	..	..	+	+	..
H	*Alopecurus pratensis*	..	..	r	+	r	+	..	..	..	..	..	..	rr	+	+	r	..	..	r
H	**Agrostis vulgaris**	..	..	..	..	pa	+	pa	..	+	..	+	..	pa	+	..	abt	+	+	abt
H	**Arrhenatherum elatius**	**cdt**	abt	r	**dt**	abt	**dt**	**dt**	**dt**	**dt**	abt	**dt**	**dt**	**cdt**	+	**dt**	**dt**	**dt**	+	pa
H	**Holcus lanatus**	..	r	..	+	..	..	pa	+	..	..	..	..	r	+	+	abt	+	**dt**	**cdt**
H	**Festuca pratensis**	r	..	..	+	r	+	pa	+	+	r	..	r	..	..	+	r	+	..	..
Grh	**Poa pratensis**	..	abt	**cdt**	+	abt	+	..	+	+	**cdt**	+	abt	pa	**dt**	+	pa	+	+	pa,
H	**Dactylis glomerata**	abt	pa	pa	+	**cdt**	+	abt	+	+	abt	+	pa	abt	+	+	pa	+	+	pa
H	**Lolium perenne**	**cdt**	ta	**cdt**	+	pa	abt	abt	..	+	pa	+	abt	pa	+	..	abt	+	+	pa
H	*Hordeum secalinum*	abt	**dt**	..	+	r	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	r	..	..	**cdt**
H	**Ranunculus acris**	abt	..	r	+	pa	+	r	..	+	..	+	r	r	+	+	pa	+	+	pa
H	**Trifolium repens**	..	abt	abt	+	abt	+	abt	..	+	..	+	abt	abt	+	+	pa	+	..	r
Th	**Rhinanthus Alectorolophus**	..	r	..	..	pa	..	..	..	+	abt	+	r	pa	..	+	r	+	+	r
H	**Brunella vulgaris**	abt	..	pa	+	r	.	..	..	+	..	..	..	..	..	+	pa	+	+	r
H	**Plantago lanceolata**	pa	..	abt	..	r	+	pa	+	+	pa	+	pa	..	+	..	abt	..	+	..
H	**Leucanthemum vulgare**	r	pa	r	+	abt	+	..	+	+	r	..	r	r	+	+	abt	+	+	abt
H	**Centaurea pratensis**	r	r	..	..	..	..	..	+	+	pa	+	..	..	+	+	r	+	+	..
H	*Leontodon autumnalis*	..	r	..	+	r	..	..	..	..	r	..	rr	..	..	..	r	..	+	..
	ACCESSOIRES PRINCIPALES																			
H	*Avena pubescens*	..	r	..	..	..	..	..	..	..	r	+	..	..	..	..	..	..	..	..
H	*Briza media*	..	pa	..	..	..	..	r	..	..	..	..	r	..	..	+	r	+	+	abt
H	*Festuca rubra*	pa	..	pa	+	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..
H	*Bromus erectus*	..	r	r	..	r	..	..	+	..	r	+	..	..	..	+	..	+	..	..
H	*Brachypodium pinnatum*	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	.	..	r	..	+	r
Gtb	*Ophrys apifera*	..	..	..	+	..	..	..	..	+	r	..	..	..	..	+	..	..	..	..
Gtb	*Orchis montana*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	..	..
Gtb	*O. militaris*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	+	..	..	..	..	+	..	..	..
Gb	*Ornithogalum umbellatum*	rr	..	..	+	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..
H	*Rumex crispus*	r	..	abt	..	pa	+	r	..	..	..	+	..	r	+	..	..	..	+	..
Chh	**Cerastium triviale**	..	r	pa	+	r	..	r	..	..	..	+	r	r	+	+	..	+	+	r
H	*Saxifraga granulata*	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Poterium Sanguisorba**	..	r	..	+	..	..	r	..	..	abt	+	..	abt	..	..	..	..	..	..
Th	*Lathyrus Aphaca*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	+	rr	pa	..	..	..	..	..	..
Th	*Vicia angustifolia*	..	r	..	+	r	..	rr	..	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	..
H	*V. Cracca*	..	..	r	+	rr	..	..	+	+	..	..	..	..	..	+	..	+	+	rr
Th	*Geranium columbinum*	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	+	r	..	..	r
H	*G. pyrenaicum*	..	r	..	+	r	..	..	..	..	..	+	..	rr	..	..	..	..	..	..
H	*Polygala vulgaris*	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	+	+	rr
H	*Malva Alcea*	r	..	rr	..	..	..	..	..	+	r	..	..	rr	+	..	rr	..	..	..
H	*Chærophyllum silvestre*	..	pa	..	+	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..
H²	**Daucus Carota**	..	pa	pa	..	r	+	pa	+	+	pa	+	pa	abt	+	+	r	+	+	pa
H	*Primula officinalis*	..	..	..	..	..	..	..	+	.	pa	..	..	..	..	..	..	+	..	r
Chh	*Veronica Chamædrys*	pa	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..
H	*V. Teucrium*	rr	..	r	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Th	**Odontites rubra**	..	..	..	+	..	..	r	..	+	pa	+	r	pa	+	..	pa	..	+	r
H	*Salvia pratensis*	..	..	r	..	r	..	..	..	..	pa	+	..	..	..	..	..	..	..	r
H	*Plantago media*	pa	..	pa	..	..	+	r	..	+	..	+	..	..	..	+	..	..	+	..
H	*Galium verum*	..	..	r	..	pa	+	..	+	..	..	+	r	..	+	..	..	+	+	pa
H	**Taraxacum officinale**	..	pa	r	+	pa	+	..	+	+	..	+	pa	r	+	+	r	+	+	..
H	**Senecio Jacobæa**	r	abt	abt	..	r	..	r	+	+	abt	+	abt	r	+	+	rr	+	+	rr

prairies artificielles anciennes où l'Arrhénathéraie se reconstitue. Le relevé suivant est un exemple de reconstitution naturelle de la prairie à *Arrhenatherum*.

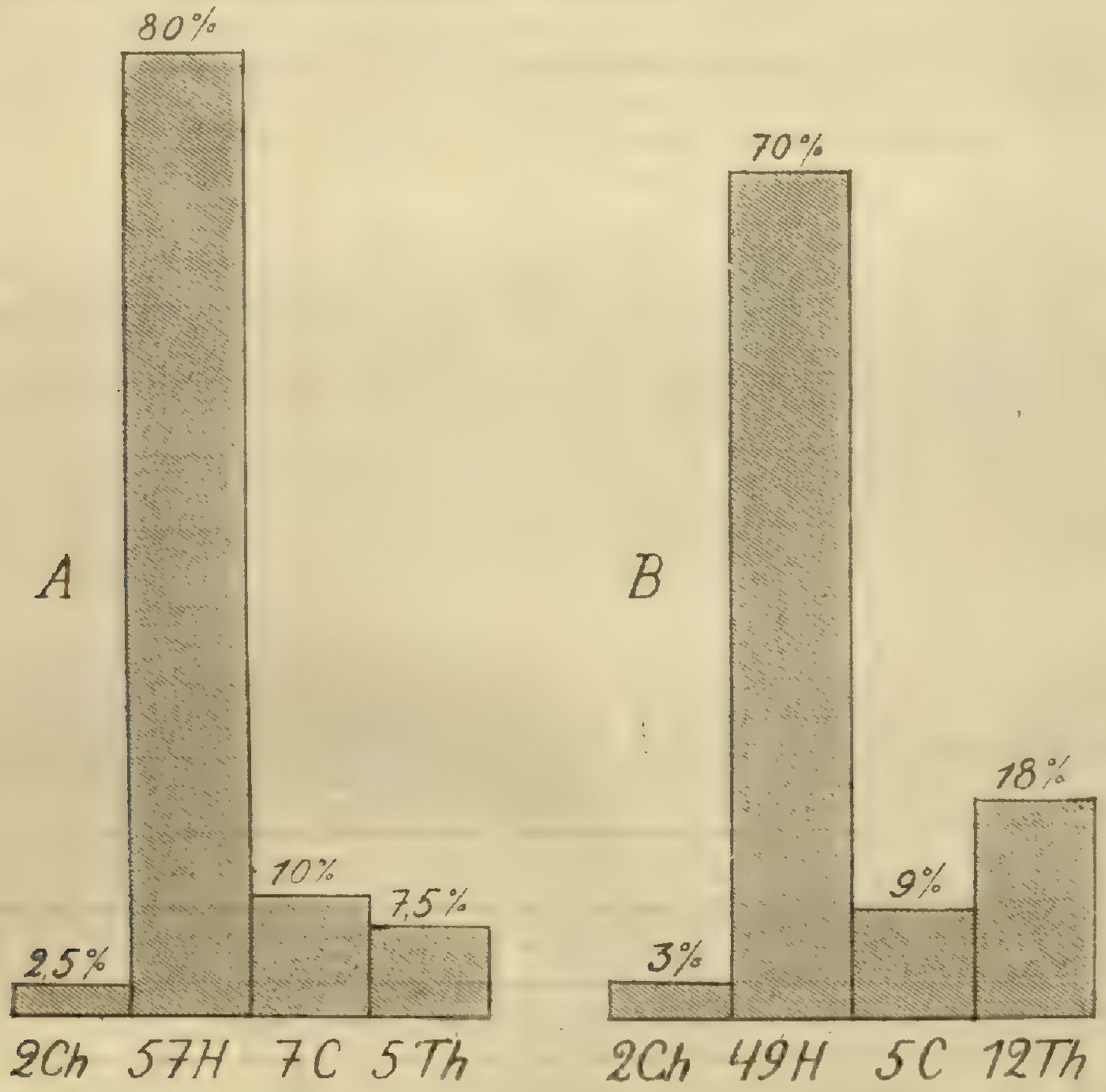


Fig. 23. — Spectres biologiques des prairies à Graminées mésophiles : A, association à *Festuca arundinacea* ; B, Arrhénathéraie.

Luzernière ancienne (une dizaine d'années environ), sur calcaire grossier, à Hardricourt.

	Eurhynchium prælongum	ta
	Brachythecium rutabulum	pa
H	*Dactylis glomerata*	pa
H	*Lolium perenne*	ta
H	*Arrhenatherum elatius*	dt
Th	*Bromus racemosus*	r
Th	*B. mollis*	rr
H	*Rumex crispus*	r
Chh	*Cerastium triviale*	pa
H	*Silene inflata*	r
H	*Lychnis vespertina*	pa
H	*Ranunculus repens*	pa
H	*Poterium Sanguisorba*	r
H	*Medicago sativa*	r
Th (H)	*M. Lupulina*	pa
H	*Trifolium repens*	abt
H	*Trifolium pratense*	pa
Th	*Vicia angustifolia*	r
Th	*Geranium pusillum*	r
H^2	*Daucus Carota*	cdt
Grh	*Convolvulus arvensis*	ta
H	*Verbena officinalis*	pa
H	*Linaria arvensis*	r
H	*Plantago lanceolata*	abt
H	*Galium erectum*	rr
H	*Achillea Millefolium*	pa
H	*Senecio Jacobæa*	abt
H	*Inula Conyza*	r
H	*Taraxacum officinale*	abt
Th	*Crepis virens*	r
Th	*C. pulchra*	rr

Le spectre biologique de l'Arrhénathéraie diffère assez peu de celui de la prairie à *Festuca arundinacea* (fig. 23), les Hémicryptophytes à assimilation continue restant de beaucoup les plus nombreuses (70 %) ; la divergence la plus notable porte sur la proportion des Thérophytes qui sont ici mieux représentées (18 %), mais toujours par un petit nombre d'individus.

Les aspects saisonniers sont moins variés ; par suite de la densité et de la hauteur des Graminées dominantes, la plupart des Dicotylédones sont peu apparentes dans l'ensemble.

Pour ce qui concerne la synécologie comparée de l'association, on trouvera dans les pages consacrées par J. Braun-Blanquet à l'Arrhénathéraie [27], d'excellents termes de comparaison ; ce groupement se retrouve avec un cortège constant dans une grande partie de l'Europe centrale et occidentale.

3. — Prairies artificielles.

La Luzerne, le Trèfle des prés et le Sainfoin sont les principales espèces cultivées en grand pour le fourrage (1), les deux premières parfois en mélange, sur les sols profonds, marneux ou argileux, assez frais, la troisième sur les sols plus secs, calcaires.

Dans les peuplements artificiels que constituent ces Papilionacées, on observe un certain nombre d'espèces caractéristiques, plusieurs même exclusives : on peut donc parler ici d'association des prairies artificielles.

Les luzernières sont les mieux individualisées à cet égard par la présence exclusive de *Cuscuta corymbosa*, *Centaurea soslstitialis*, *Ammi majus*, auxquelles se joignent comme éléments électifs, *Crepis setosa* et *Asperula galioides* et comme constituants essentiels, *Lolium italicum*, *L. multiflorum*, *Bromus arvensis*, *B. sterilis*, *Poterium Sanguisorba muricatum*, *Helminthia echioides*, *Malva moschata*, *M. silvestris*, *Viola arvensis*, *Capsella Bursa-Pastoris*, *Taraxacum officinale*.

En dehors de ces espèces dont l'ensemble constitue un type moyen du groupement, on rencontre dans les luzernières toute une série d'éléments accidentels, qui provienent soit des parcelles voi-

(1) La florule des champs de Trèfle incarnat, culture annuelle assez répandue sur les terres sablonneuses, se rattache aux associations messicoles.

sines (occupées par des moissons, des friches, des prés, des pelouses), soit du semis initial, telles *Dorycnium suffruticosum, Salvia silvestris, Onobrychis saxatilis*. Comme les trois espèces exclusives citées plus haut, ce sont des espèces adventives, mais le caractère accidentel de leur apparition ne permet pas de les faire figurer encore dans une liste sociologique alors que les caractéristiques citées plus haut sont fréquentes et apparaissent chaque année dans plusieurs des relevés analysés.

Ce groupement est un bon type d'association culturale entièrement dûe à l'homme et de création relativement récente.

Les luzernières abandonnées se transforment rapidement en pré mésophile ou méso-xérophile ; c'est l'Arrhénathéraie qui se reconstitue le plus souvent.

Les tréflières n'ont guère en propre que *Cuscuta Trifolii ; Cuscuta Epithymum* y est fréquent.

Quant aux champs de Sainfoin, leur florule ne présente aucun élément spécial : abandonnés, ils se transforment généralement en prairie méso-xérophile à *Bromus erectus*.

Quant à la végétation muscinale elle est peu variée et ne présente aucun élément spécial : *Eurhynchium prælongum, Brachythecium rutabulum Bryum erythrocarpum* sont les seules espèces vivaces ; parmi les annuelles citons *Barbula gracilis, B. fallax, B. unguiculata, Phascum cuspidatum, Ph. curvicolle, Ph. muticum, Pottia minutula, P. truncata, P. Starkeana, Ephemerella recurvifolia, Systegium crispum*.

8. — ASSOCIATIONS DES PRÉS ET PELOUSES A GRAMINÉES XÉROPHILES

On peut distinguer deux associations principales bien développées ici, la pelouse calcaire à *Festuca duriuscula* et *Sesleria cærulea* et la pelouse discontinue à *Corynephorus canescens* et *Kœleria cristata gracilis*, sur sables siliceux ou silico-calcaires.

La première se localise sur les pentes de la craie et du calcaire grossier, la seconde, typiquement développée sur les alluvions anciennes, se rencontre aussi sur les formations sableuses du Tertiaire (sables de Beauchamp, sable Marines, sables de Fontainebleau).

1. — Pelouse calcaire à *Festuca duriuscula* et *Sesleria caerulea*

C'est un des groupements naturels les plus répandus dans le Bassin de Paris, sur les pentes calcaires découvertes ; il occupe encore, dans le Vexin français, des surfaces importantes, sur les coteaux de la vallée de la Seine et des vallées secondaires (Epte, Troesne, Viosne et Sausseron, principalement).

Ces pelouses sont surtout bien développées dans les parties les plus déclives des versants et c'est là qu'elles apparaissent avec leurs caractères primitifs, la pente très forte ayant empêché leur défrichement et leur mise en culture ; essentiellement association de lumière, la pelouse à *Festuca duriuscula* et *Sesleria caerulea* représente la végétation des clairières naturelles qui interrompaient la forêt primitive, forêt dont il subsiste encore çà et là des témoins, sur la rive gauche de la Seine et dans la vallée de l'Epte, en particulier.

Le déboisement ancien de ces pentes, la culture de la Vigne et des arbres fruitiers (dans la vallée de la Seine), l'abandon progressif de cette culture, les reboisements locaux ont marqué les principales vicissitudes que l'Homme a imposées à la végétation spontanée de cet ensemble de stations.

Avec les sables d'alluvions anciennes, les pentes de la craie et du calcaire grossier représentent une des stations les plus chaudes et les plus sèches de ce territoire.

Suivant l'état de désagrégation du substratum rocheux, on rencontre des types de sols de texture variable, mais toujours riches en calcaire, depuis les calcaires sableux ou pulvérulents jusqu'aux rocailles éclatées par le gel.

Sur les pentes très fortes, la roche affleure en pointements (craie) ou en gradins inégalement délités (calcaire grossier) suivant la résistance des bancs ; la terre végétale est réduite à de minces lambeaux qui recouvrent les ressauts rocheux. Les racines des plantes, engagées dans les fissures de la roche ou étalées à sa surface, sont alors en contact direct avec la craie ou le calcaire grossier, la pelouse est discontinue et la végétation arbustive très clairsemée.

Sur les pentes moins raides, la pelouse est plus dense ; les débris végétaux s'accumulent à l'abri de la couverture vivante et forment

une couche de terre végétale moins sèche où les broussailles peuvent s'installer. La pelouse rappelle alors, par sa physionomie, les garigues méditerranéennes et les garides des basses-montagnes, deux « formations » également consécutives au taillis détruit.

Sur ces sols très perméables et qui reposent eux-mêmes sur une roche fortement fissurée, les eaux météoriques sont rapidement entraînées en profondeur ; de plus, l'évaporation de l'eau retenue dans la couche superficielle est considérable sur les versants exposés au Midi surtout.

Trois caractères édaphiques sont donc à retenir : grande perméabilité, teneur élevée en calcaire et paucité ou absence d'humus.

Des conditions écologiques aussi particulières ne peuvent manquer de déterminer un groupement végétal bien individualisé, à la fois xérophile, thermophile et calcicole de fait ; la pelouse calcaire à *Festuca duriuscula* est, dans le bassin de Paris, une des associations les plus riches en éléments caractéristiques.

Le tableau XIV montre cette richesse floristique ; aux relevés provenant de localités vexinoises (7 à 28), j'ai ajouté, à titre de complément, quelques relevés appartenant à la vallée de la Seine en dehors de ce territoire (1, 2, 6), à la vallée de l'Eure (3), au pays de Caux (4) et au pays de Bray (5).

Voici, d'ailleurs, le détail des vingt-huit relevés analytiques de ce tableau :

1. Blosseville-Bon-Secours (S.-I.), pente forte, exposition S -W.
2. Les Andelys (Eure), pente forte, exp. S.
3. Ménilles (Eure), pente moyenne, exp. S.
4. Saint-Saens (S.-I), pente forte, exp. W.
5. Auneuil (Oise), pente moyenne, exp. N.
6. Mézières (S.-et-O.), pente moyenne, exp. N.-W.
7. Vétheuil (S.-et-O), pente très forte avec affleurements rocheux, exp. S.
8. Haute-Isle (S.-et-O.), versant occidental d'un promontoire, pente très forte.
9. Clachaloze (S.-et-O.), pente forte, exp. S.
10. Sainte-Geneviève (Eure), pente moyenne, exp. S.

Craie blanche

11. La Roche-Guyon (S.-et-O.), crête d'un promontoire, pente faible.

12. Saint-Clair-sur-Epte (S.-et-O.), pente moyenne, exp. S.

Craie blanche

13. Theuville (S.-et-O.), pente moyenne, exp. W.

14. Vaux près Champagne (S.-et-O.) pente moyenne, avec affleurements rocheux en gradins, exp. S.

15. Nesles-la-Vallée (S.-et-O.), pente moyenne, exp. S.

16. Moussy (S.-et-O), pente moyenne, exp. S.-W.

17. Montgeroult (S.-et-O.), pente forte, exp. S.-E.

18. Saint-Cyr-sur-Chars (Oise), pente moyenne, exp. S.

19. Sagy (S.-et-O.), replat avec plages rocheuses.

20. Gaillon (S.-et-O.), pente faible, exp. W.

21. Limay (S.-et-O.), replat au bord du plateau.

22. Le Coudray près Saint-Martin-la-Garenne (S.-et-O.) clairière à pente faible.

Calcaire grossier

23. Chérence (S.-et-O.), pente forte, exp. S.

24. Vienne-en-Arthies (S.-et-O.), pente moyenne, exp. S.

25. La Chapelle-en-Vexin (S.-et-O.), pente moyenne, exp. S.-W.

26. Genainville (S.-et-O.), pente moyenne, exp. S.

27. Reilly (Oise), pente moyenne, exp. S.

28. Tourly (Oise), pente forte, exp. N.

L'association présente son maximum de variété sur les versants à pente moyenne et exposés au plein Midi ; plusieurs espèces sont d'ailleurs exclusivement localisées sur ces versants chauds, ainsi *Melica ciliata*, *Helianthemum montanum*, *Astragalus monspessulanus*, *Ononis Columnæ*, *O. Natrix*. *Linosyris vulgaris*, d'autres y sont toujours plus fréquentes telles *Cladonia convoluta*, *Pleurochæte squarrosa*, *Coronilla minima*, *Helianthemum polifolium*, *Euphorbia Esula*, *Quercus pubescens*. La comparaison de deux relevés pris sur des pentes édaphiquement comparables et de déclivité identique, mais orientées, l'une au Nord, l'autre au Midi, (relevés 6 et 10 par

Tableau XIV

PELOUSE CALCAIRE A *FESTUCA DURIUSCULA* ET *SESLERIA CÆRULEA*

	ESPÈCES	CRAIE BLANCHE												CALCAIRE GROSSIER														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	EXCLUSIVES																												
	Cladonia convoluta	+	..	+	..	..	pa	..	..	..	r	+	..	..	abt	+	..	r	pa	abt	+	..	abt	r	..	+	..	abt	..
	Pleurochæte squarrosa	..	r	+	rr	..	+	r	r	r	pa	rr	r	..	pa	+	..	..	..	rr	..	..	abt	r	+	+	r	rr	..
	Rhytidium rugosum	+	r	..	abt	+	r	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	+	+	abt	..	abt
	Cylindrothecium concinnum	..	..	+	..	..	..	..	..	..	r	..	pa	..	r	..	..	pa	..	r	..	r	..	..	..	+	..	r	r
H	*Stipa pennata*		..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	*Sesleria cærulea*	+	**cdt**	..	..	**dt**	**cdt**	pa	**dt**	**cdt**	abt	**cdt**	..	..	..	..	..	..	..	..	..	**cd**	r	abt	+	..	..	..	..
H	*Carex humilis*	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Phalangium ramosum**	+	r	+	pa	..	**cdt**	..	ta	..	r	..	abt	..	r	+	..	..	rr	..	+	..	..	..	+	..	..	.	rr
Grh	**Epipactis atro-rubens**	+	r	+	r	r	rr	rr	..	pa	..	rr	r	..	rr	+	..	r	rr	..	+	r	rr	r	+	+	..	r	r
Chl	*Genista prostrata*	..	..	..	..	.	pa	..	..	..	..	..	r	..	..	.	..	..	..	..	+	abt	r	pa	+	+	r	..	..
H	**Ononis Columnæ**	..	pa	+	..	..	..	r	..	rr	r	..	r	rr	abt	+	..	rr	..	r	..	..	..	rr	+	+	rr	r	..
H (Ch)	*Astragalus monspessulanus*	..	abt	+	..	..	..	abt	..	pa	rr	abt	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	+	..	..	..	..
Chl	**Coronilla minima**	..	abt	+	..	..	abt	..	rr	..	r	abt	..	..	abt	+	r	..	..	r	+	abt	pa	abt	+	+	..	pa	..
H	*Linum alpinum Leonii*	..	..	..	..	..	.	..	..	rr	pa	..	rr	..	..	..	..	..	..	rr	.	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**L. tenuifolium**	+	..	+	r	r	r	..	..	rr	pa	..	r	pa	r	+	r	pa	r	r	..	pa	r	..	+	+	pa	r	pa
H	*Euphorbia Esula tristis*	+	r	..	..	..	r	pa	pa	r	pa	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	r	..	.	+	..	..	..
Chl	*Helianthemum polifolium*	+	abt	..	..	..	..	**cdt**	r	r	abt	pa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	abt	r	+	+	..	..	..
Chl	*H. montanum*	+	**cdt**	..	..	..	..	ta	pa	**cdt**	ta	abt	pa	..	..	..	..	..	..	.	..	..	pa	..	..	..	..	..	..	..
Chl	*Fumana procumbens*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	pa	+	..	..	..	..	.	..	pa	..	..	..	..	..	..	..
H (Ch)	*Viola rothomagensis*	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	.	..	..	..	.	..	..	..
Chl	**Teucrium montanum**	+	r	+	abt	abt	ta	r	r	..	pa	r	abt	abt	abt	+	abt	r	pa	..	+	ta	**cdt**	pa	+	..	r	abt	abt
Chl	*Thymus humifusus*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	+	..	..	**r**	..	..	..	..	..
H	**Brunella grandiflora**	+	..	..	..	r	pa	..	..	..	..	..	abt	pa	..	.	abt	..	r	ta	+	abt	abt	..	.	..	r	abt	r
Chh	*Veronica prostrata*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	+	..	..	..	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Globularia vulgaris**	+	..	+	..	..	..	..	..	..	abt	abt	r	pa	pa	+	..	r	..	ta	..	..	ta	r	+	+	..	pa	r
H	*Linosyris vulgaris*	..	rr	+	..	..	..	rr	..	pa	abt	..	..	..	..	+	r	rr	pa	..	..	..	..	abt	..	..	..	..	..
	ELECTIVES																												
	Cladonia rangiformis	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	..	..	..	r	+	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..
	Ditrichum flexicaule	+	..	+	..	+	+	pa	r	..	..	abt	..	..	r	+	.	r	..	r	+	..	pa	pa	+	+	r	pa	pa
	Thuidium abietinum	+	abt	+	abt	at	abt	abt	ta	..	..	**cdt**	..	..	pa	+	..	abt	..	abt	+	abt	abt	ta	+	+	ta	ta	abt
	Campylium chrysophyllum	+	..	..	r	+	+	..	abt	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	pa	+	..	r	..	.	..	r	r	..
H	**Avena pratensis**	+	..	+	..	r	..	..	..	..	..	..	abt	abt	..	+	rr	pa	pa	abt	cdt	..	..	pa	+	cdt	..	pa	pa
H	**Kœleria cristata**	+	..	+	abt	..	rr	..	..	r	..	..	abt	**cdt**	..	..	pa	r	rr	..	+	..	r	**cdt**	..	+	abt	..	abt
H	**Festuca duriuscula**	+	abt	+	pa	pa	pa	**cdt**	pa	r	abt	pa	ta	**cdt**	**dt**	**dt**	**cdt**	**cdt**	ta	abt	..	ta	r	abt	**cdt**	+	**dt**	ta	**cdt**
Gtb	*Ophrys aranifera*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	.	..	..	r	..	..	..	..	..	cdt	..	..	r	.	..	..	..	..
Gtb	*Orchis ustulata*	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	..	..	..	rr	+	..	..	..	..	.	..	r	..	+	..	rr	..	..
H	**Thesium humifusum**	..	..	+	rr	r	r	..	..	..	r	r	r	pa	r	..	.	pa	..	..	+	pa	r	..	+	.	r	r	..
H	*Thalictrum minus*	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	rr	..	..	..	+	.	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..
Ph	*Amelanchier vulgaris*	..	rr	..	..	..	..	.	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..
Ch (H)	**Hippocrepis comosa**	+	pa	+	pa	abt	abt	r	r	r	pa	..	abt	r	pa	+	pa	ta	r	ta	+	r	..	pa	+	+	aht	abt	r
H	*Ononis Natrix*	+	..	..	..	..	..	pa	..	rr	..	..	pa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	.	..	..	..
Chh	**Polygala calcarea**	+	r	+	pa	pa	r	..	..	.	..	..	r	pa	..	+	abt	r	..	rr	+	pa	..	..	+	+	..	r	rr
H	*Euphorbia Gerardiana*	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	+	.	r	rr	..	..	abt	..	abt	+	..	..	rr	r
H	**Seseli Libanotis**	+	r	+	ta	pa	r	..	r	r	rr	..	pa	..	..	..	..	..	r	..	+	..	..	.	+	..	..	..	abt
H	*S. annuum*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	+	..	pa	abt	..	..	..	..	r	..	.	pa	r	..
H	**S. montanum**	..	..	+	..	..	r	..	..	..	rr	..	r	..	..	..	abt	r	..	pa	+	abt	..	r	+	+	r	..	pa
Th	**Gentiana germanica**	..	..	..	r	r	rr	..	..	..	..	..	r	rr	..	..	..	rr	r	pa	+	pa	rr	..	..	+	pa	..	pa
Chl	**Teucrium Chamædrys**	+	abt	+	abt	pa	abt	abt	abt	ta	ta	abt	ta	ta	pa	+	ta	pa	abt	pa	+	abt	abt	pa	+	+	..	abt	pa
Chl	**Thymus Serpyllum**	+	abt	..	pa	pa	pa	abt	pa	pa	abt	pa	abt	abt	abt	+	abt	abt	pa	..	+	..	abt	abt	+	+	..	abt	abt
H	*Stachys recta*	..	..	..	..	..	..	r	..	..	rr	..	..	..	r	..	..	..	rr	rr	..	..	..	r	..	+	rr	..	..
G	*Orobanche Teucrii*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	rr	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
G	*O. Epithymum*	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	..	..	rr	..	..	..	rr	..
G	*O. cruenta*	..	..	+	..	..	r	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	+	..	r	..
Th	*Euphrasia officinalis*	+	rr	..	pa	abt	r	.	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	abt	..	..	+	..	..	r	.	+	pa	rr	abt
H	*Galium silvestre læve*	..	..	..	r	r	..	..	..	..	..	..	pa	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Phyteuma orbiculare**	+	rr	..	rr	abt	pa	..	pa	pa	abt	r	..	..	pa	+	r	r	..	..	+	..	..	..	+	..	..	..	..

Tableau XIV *(suite)*

	ESPÈCES	CRAIE BLANCHE												CALCAIRE GROSSIER															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	PRÉFÉRANTES																												
	Tortula inclinata	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	abt	+	..	..	..	abt	..	..	abt	..	..	..	..	..	..	..
	Neckera crispa	+	r	..	r	..	+	..	r	..	..	pa	pa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
	Camptothecium lutescens	+	pa	+	..	..	abt	..	..	..	..	..	..	..	..	..	abt	..	..	..	+	r	..	..	+	+	..	..	..
	Ctenidium molluscum	+	r	+	abt	..	..	..	+	..	pa	r	..	..	..	..	r	..	..	..	+	..	r	pa	+	+	..	..	pa
Grh	*Botrychium Lunaria*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..
H	*Phleum Bœhmeri*	..	..	..	..	r	..	..	..	.	..	..	..	..	pa	+	..	r	..	..	..	..	..	r	..	..	pa	..	r
H	*Melica ciliata*	+	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	**Bromus erectus**	+	pa	+	..	pa	pa	..	..	..	..	..	abt	..	r	..	..	cdt	abt	abt	+	cdt	..	cdt	+	+	abt	dt	abt
H	**Brachypodium pinnatum**	+	r	+	cdt	abt	ta	abt	..	pa	dt	..	dt	cdt	abt	+	cdt	pa	dt	dt	+	abt	cdt	r	cdt	cdt	pa	abt	ta
Gtb	*Orchis pyramidalis*	..	..	..	..	rr	.	..	..	..	..	..	rr	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	+	..	..	..
Gtb	*O. Simia*	..	..	+	..	..	..	..	.	..	..	..	r	..	..	+	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Gtb	*O. militaris*	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	rr	..	..	+	..	..	..	pa	+	..	..	..	+	..	..	..	rr
Gtb	*Herminium Monorchis*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Gtb	**Ophrys Arachnites**	+	rr	+	..	rr	rr	..	..	..	..	..	r	..	r	+	..	rr	..	..	+	rr	..	r	+	+	..	..	r
Gtb	*O. apifera*	..	..	+	rr	..	..	..	..	..	..	..	r	r	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..
Gtb	*Spiranthes autumnalis*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Ph	*Quercus pubescens*	..	rr	..	..	..	..	..	..	.	rr	..	..	..	rr	..	rr	..	..	..	+	r	..	rr	..	..	..	..	..
H	*Arabis hirsuta*	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	*Dianthus Carthusianorum*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..
H	**Anemone Pulsatilla**	+	..	+	..	..	r	..	..	..	pa	abt	pa	..	r	..	ta	..	..	..	+	pa	pa	..	+	+	r	..	r
H	**Ranunculus bulbosus**	+	r	+	pa	r	r	..	r	..	..	r	r	..	rr	+	rr	pa	pa	..	+	..	..	pa	..	..	..	..	..
Ch (H)	**Potentilla verna**	+	..	+	..	..	r	..	..	..	r	pa	pa	abt	abt	+	pa	..	r	r	+	r	r	..	+	..	..	abt	..
Ph	*Rosa pimpinellifolia*	..	..	.	..	..	..	.	..	rr	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	..	..	..	..
Ph	*R. agrestis*	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
H	*Bupleurum falcatum*	..	..	..	..	pa	r	r	rr	rr	..	..	..	..	..	..	pa	..	..	pa	..	r	..	..	..	..	pa	pa	..
H	*Veronica Teucrium*	..	..	..	..	r	..	..	..	.	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..
H	*Ajuga genevensis*	.	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	pa	+	..	..	..	+	+	r	r	..
Chh (H)	**Asperula cynanchica**	+	pa	+	ta	abt	abt	r	r	r	pa	..	..	..	r	+	..	abt	..	pa	+	pa	r	abt	+	+	abt	..	..
H	**Scabiosa Columbaria**	+	pa	+	abt	pa	pa	r	r	..	r	pa	pa	..	pa	+	abt	abt	..	abt	..	..	r	pa	+	..	pa	..	pa
H	*Campanula glomerata*	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	abt	..	..	..	..	..	..	r	+	..	..	..	r
H	*Carlina vulgaris*	..	..	..	r	.	rr	rr	..	..	r	..	..	..	..	..	r	..	rr	r	..	..	rr	rr	..	+	..	..	..	..
H	**Centaurea Scabiosa**	+	r	pa	+	pa	..	rr	pa	..	..	..	..	..	..	..	pa	..	r	..	+	r	r	r	+	..	r	..	..
H	**Cirsium acaule**	+	..	r	+	abt	abt	..	..	..	r	r	r	r	..	..	r	..	abt	r	+	r	rr	..	+	..	r	r	abt
	ACCESSOIRES PRINCIPALES																												
	Stereodon purum	+	..	+	+	..	r	..	..	..	..	..	+	..	..	..	pa	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	pa
	S. cupressiforme var.	+	..	..	+	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	pa
	Hylocomium splendens	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	r	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	r	..
Ph	**Juniperus communis**	+	rr	+	pa	r	abt	..	..	..	..	rr	abt	abt	r	+	abt	r	r	abt	+	..	abt	.	+	..	abt	abt	abt
H	*Briza media*	..	..	..	pa	r	pa	.	..	..	..	..	..	abt	..	..	pa	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	pa	..
H	*Avena pubescens*	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
Grh	**Carex glauca**	..	pa	..	r	..	pa	..	..	..	pa	..	pa	pa	..	..	abt	pa	abt	ta	+	abt	pa	..	+	+	..	abt	..
Grh	*C. præcox*	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	r	pa	r	..	ta	..	..	..	..	..	r	..	..	+	..	r	..
Gtb	**Orchis conopea**	+	..	+	pa	r	r	..	..	..	..	..	pa	rr	..	..	..	..	r	r	+	pa	..	rr	+	+	..	..	abt
Gtb	*O. purpurea*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	..	r	r	pa	+	r	..	..	+	+	..	rr	..
Gbt	*O. montana*	..	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	rr	..	..	..	..	..	rr	rr	..	rr	..	..	..	+	..	..	..
Gtb	*Ophrys muscifera*	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	r	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
Chh	*Sedum album*	+	..	..	..	..	..	pa	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	r	..	..	..	rr	..	.	..	..	..
H	**Poterium Sanguisorba**	+	..	+	rr	..	pa	..	..	..	..	..	pa	pa	..	..	r	..	..	pa	..	pa	..	..	+	+	..	..	..
Ph	*Cerasus Mahaleb*	+	r	+	+	..	rr	..	..	..	r	rr	r	..	..	..	..	..	..	..	+	r	..	..	..	+	rr	..	..
Chl	*Genista sagittalis*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	pa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
Chl	*G. tinctoria*	..	..	..	..	..	pa	..	r	rr	r	..	r	..	..	..	..	..	..	..	pa	..	r	r	..	+	..	p.	..
H	*Anthyllis Vulneraria*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	r	rr	..	..	..	..	..	+	..	..	pa	..	+	r	r	r
H	**Lotus corniculatus**	+	pa	..	abt	pa	abt	..	..	..	..	pa	..	abt	r	+	r	..	abt	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..
Th	*Linum catharticum*	..	..	+	..	r	r	..	..	..	..	..	.	..	..	..	r	pa	..	+	+	rr	r	..	..	+	..	p.	..
Chh	*Helianthemum vulgare*	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	pa	abt	..	+	ta	..	abt	abt	..	..	abt	..	..	+	..	pa	pa
H	*Pimpinella Saxifraga*	..	..	+	abt	..	abt	..	..	..	.	..	pa	r	..	..	pa	..	pa	..	+	..	..	..	..	+	pa	..	..
Th	*Chlora perfoliata*	..	..	..	r	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	..	rr	..	..	..	+	r	.	r
H	*Brunella alba*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	r	rr	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..
H	*Campanula rotundifolia*	+	pa	+	..	..	r	r	r	..	..	r	..	r	..	..	r	pa	..	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..
Chh	**Hieracium Pilosella**	+	r	+	abt	r	..	ta	abt	abt	abt	..	..	..	abt	+	abt	ta	r	r	+	..	pa	abt	+	+	ta	..	..
H	*Leontodon hispidus*	..	..	..	abt	..	abt	..	..	rr	..	..	pa	abt	..	..	pa	..	r	abt	..	..	..	..	..	..	pa	..	..

exemple), montre les différences floristiques que l'exposition peut déterminer dans la composition du groupement.

Sur les flancs des escarpements crayeux et sur les corniches qui les surplombent, *Stipa pennata* et *Amelanchier vulgaris*, toujours rares, offrent de bons exemples d'espèces à spécialisation stationnelle étroite ; la première, malgré des moyens de dissémination efficaces (semence à longue aigrette) ne compte que quelques localités dans la vallée de la Seine (entre Vétheuil et Bennecourt, les Andelys), la seconde, moins rare, est également particulière aux côtes de Seine.

Aucune espèce n'est absolument spéciale à chacun des deux terrains, craie et calcaire grossier, où prospère l'association ; on peut noter seulement des différences de fréquence ou de quantité.

Sesleria cærulea, *Astragalus monspessulanus*, *Helianthemum montanum*, *H. polifolium*, *Euphorbia Esula* se rencontrent plus souvent et en plus grande abondance sur la craie tandis que *Globularia vulgaris*, *Ononis Columnæ*, la plupart des Orchidées, *Euphorbia Gerardiana* sont plus communes et plus abondantes sur le calcaire grossier ; *Orchis ustulata* (1), *Fumana procumbens*, *Seseli annuum*, *Tortula inclinata*, semblent manquer sur la craie et préfèrent, les trois dernières tout au moins, les sols plus divisés à texture sableuse.

En dehors des Phanérophytes signalées dans le tableau XIV, et qui sont, ou caractéristiques, ou assez fréquentes, on rencontre, sur ces pelouses, en individus isolés, plusieurs autres arbustes, *Betula alba*, *Corylus Avellana*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum Lantana*, des Églantiers (*Rosa stylosa*, *R. canina*, *R. micrantha*, *R. rubiginosa*). Le *Cytisus Laburnum*, souvent planté dans les remises à gibier, peut se propager par graines sur les pelouses primitives (2).

Sur les parties horizontales et plus ou moins dénudées des

(1) Comme plusieurs autres Orchidées (*Herminium Monorchis*, *Orchis conopea*, *O. odoratissima*, *O. coriophora*), celle-ci peut végéter à la fois dans des stations sèches et dans des stations humides.

2. Il faut signaler ici, une fois pour toutes, la présence, sur les coteaux calcaires bien exposés de la vallée de la Seine, de plusieurs espèces naturalisées comme *Isatis tinctoria*, *Fœniculum officinale*, *Hyssopus officinalis*, *Spartium junceum*, *Ruta graveolens*, *Rhamnus Alaternus*, *Rhus Cotinus* qui peuvent se rencontrer sur les pelouses primitives et dont le caractère méridional souligne la douceur du climat local.

rochers qui affleurent si souvent au milieu des pelouses, beaucoup d'espèces de l'association à *Festuca duriuscula* s'installent ainsi que plusieurs autres espèces qui manquent ou sont exceptionnelles sur la pelouse elle-même ; toutefois, ces espèces se retrouvent pour la plupart sur les pelouses discontinues des sables calcaires et sur la terre qui recouvre le faîte des murs.

La population végétale de ces rochers gazonnés apparaît donc comme un petit groupement assez bien défini topographiquement, mais dont le caractère mixte se manifeste par une composition floristique peu homogène.

Au point de vue dynamique on peut interpréter ce groupement comme un stade intermédiaire entre les associations saxicoles initiales et la pelouse à *Festuca duriuscula*. C'est à ce titre qu'elle est analysée brièvement ici.

Les deux relevés suivants constituent de bons exemples de ce groupement.

1. Rocher du calcaire grossier à Haute-Isle ; la surface horizontale du rocher est creusée de petites poches où s'est accumulée la terre végétale (les espèces des parois verticales ne sont pas comprises dans le relevé).

	Placodium fulgens
	Pleurochæte squarrosa
	Ditrichum flexicaule
	Tortula ambigua
	Crossidium squamigerum
	Funaria calcarea
	Thuidium abietinum
H	*Sesleria cærulea*
H	*Poa bulbosa*
H	*Festuca duriuscula glauca*
Th	*Scleropoa rigida*
Ph	***Quercus pubescens***
Th	*Cerastium brachypetalum*
Th	***C. pumilum***
Th	*Alsine tenuifolia*
H	***Thalictrum minus***
Th	*Hutchinsia petræa*
Th	*Draba verna*
Th	***Saxifraga tridactylites***
Chh	*Sedum album*
Chh	*S. sexangulare*
Ch	***Potentilla verna***
Ph	*Amelanchier vulgaris*
Ch	***Hippocrepis comosa***
Chl H	*Astragalus monspessulanus*
Th	***Medicago minima***
Th	*Erodium cicutarium*
H	*Linum tenuifolium*
Chl	*Helianthemum montanum*
Chl	*H. polifolium*
H	*Seseli Libanotis*
Chl	*Teucrium montanum*
Chl	*T. Chamædrys*
Chl	*Thymus Serpyllum*
Chh	***Asperula cynanchica***
H	*Scabiosa Columbaria*
H	***Campanula rotundifolia***
H	*Centaurea Scabiosa*
Ch	*Hieracium Pilosella*
H	*H. murorum*
H	*Taraxacum officinale*

2. Rocher du calcaire grossier, à Rhus près Vallangoujard.

	Squamaria crassa
	Pleurochæte squarrosa
	Thuidium abietinum
H	***Festuca duriuscula***

Th	*Scleropoa rigida*	**H**	*Euphorbia Gerardiana*
Th	*Nardurus tenellus*	**H**	*Hypericum perforatum*
Th	*Arenaria serpyllifolia*	**Ch**	*Helianthemum vulgare*
Th	*Cerastium semi-decandrum*	**Th**	*Bupleurum aristatum*
Chh	*Sedum acre*	**H (Ch)**	*Stachys recta*
Ch	*Potentilla verna*	**Chl**	*Teucrium Chamædrys*
Th	*Trigonella monspeliaca*	**Chl**	*Thymus humifusus*
Th	*Medicago minima*	**Th**	*Veronica arvensis*
Th	*Trifolium scabrum*	**H**	*Scabiosa Columbaria*
H	*Ononis Columnæ*	**Th**	*Micropus erectus*

Le caractère biologique essentiel qui ressort de ces listes est la proportion relativement élevée des Thérophytes.

Toutes germent à l'automne et c'est là un caractère général qui différencie ce groupement de l'association à *Festuca*.

Parmi les plantes vasculaires énumérées dans ces deux relevés, aucune n'est saxicole exclusive ; *Hutchinsia petræa* elle-même se rencontre sur les pelouses discontinues du calcaire grossier (Limay !). Quant au *Bupleurum aristatum* qui se localise, dans nos limites, sur les rochers du calcaire grossier de la vallée du Sausseron, on le retrouve dans le Bassin de Paris sur les sables calcaires (dunes de Normandie par exemple).

* * *

Sur les sables calcaires et sur les affleurements les plus secs des marnes supra-gypseuses, l'association à *Festuca duriuscula* se modifie notablement et passe insensiblement à d'autres groupements.

1° On observe ainsi, sur les aires sableuses non décalcifiées des plaines d'alluvions anciennes et sur les sables nummulitiques, une variété de l'association type où la plus grande partie des caractéristiques n'existe plus ; parmi les caractéristiques communes à l'association type et à cette variété édaphique, les plus répandues sont : *Euphorbia Gerardiana*, *Phleum Bœhmeri*, localement dominante, *Anemone Pulsatilla*, *Ranunculus bulbosus*, *Arabis hirsuta*, *Asperula cynanchica*, *Stachys recta*.

Par contre, un certain nombre d'éléments absents des pelouses à *Festuca* se rencontrent ici : *Dianthus prolifer*, *Alsine setacea*, *Silene Otites*, *Alyssum calycinum*, *Sedum sexangulare*, *Trifolium scabrum*, *Medicago Gerardi*, *M. minima*, *Artemisia campestris*, *Hieracium Peleterianum* sont les plus importants. *Medicago Gerardi*, *Alsine setacea* et *Hieracium Peleterianum* sont les seules espèces qui

soient confinées dans ce groupement. La première n'existe que sur les alluvions anciennes (calcaires), entre les Mureaux et Epône et dans la boucle de Moisson. La seconde est localisée sur des pelouses discontinues des sables nummulitiques, à Champagne et à Nesles-la-Vallée. La troisième, très rare, se rencontre seulement sur des pelouses rases (alluvions anciennes calcaires), entre Limetz et Gommecourt. Quant aux autres espèces, elles se retrouvent sur les rochers gazonnés ou dans l'association à *Corynephorus canescens*.

Par le nombre élevé de Thérophytes qu'il renferme, ce groupement se rattache à cette dernière association. Sur les alluvions anciennes d'ailleurs, on observe, très souvent ces deux groupements en juxtaposition étroite et même en mélange ; les variations locales dans la teneur en calcaire expliquent l'anomalie apparente que constitue le mélange d'espèces calcicoles et d'espèces calcifuges.

2° Sur les marnes, dans les parties les plus sèches, on remarque un groupement, que l'on peut considérer également comme une variété édaphique de l'association à *Festuca duriuscula*, mais dont l'aspect est assez différent ; ici le sol, plus profond et moins aride que sur les pentes de la craie et du calcaire grossier, se couvre d'une végétation plus dense, plus haute, qui revêt plutôt une physionomie de pré.

Voici à titre d'exemple un relevé bien représentatif de cette variété, pris sur des affleurements marneux peu déclives (marnes vertes), en lisière des bois des Buttes de Rosne près Chavençon :

	Campylium chrysophyllum	abt
	Ctenidium molluscum	abt
	Thuidium Philiberti	r
	Stereodon purum	pa
Ph	*Juniperus communis*	r
H	*Brachypodium pinnatum*	dt
H	*Festuca duriuscula*	pa
H	*Poa compressa*	r
H	*Trisetum flavescens*	pa
Grh	*Carex glauca*	ta
Gtb	*Orchis militaris*	rr
H	*Ranunculus bulbosus*	r
H	*Agrimonia Eupatoria*	r
H	*Potentilla reptans*	r
H	*Fragaria vesca*	pa
H	*Lotus corniculatus*	abt
Ch	*Hippocrepis comosa*	rr
Chl	*Genista tinctoria*	r
Th	*Linum catharticum*	abt
Chh	*Polygala calcarea*	r
H	*Hypericum perforatum*	pa
Ch	*Helianthemum vulgare*	pa
H	*Viola hirta*	r
H	*Eryngium campestre*	abt
H	*Primula officinalis*	r
Th	*Gentiana germanica*	abt
H	*Vincetoxicum officinale*	r
H	*Chlora perfoliata*	r
Chl	*Thymus Serpyllum*	pa
H	*Origanum vulgare*	ta
Th	*Odontites rubra*	r
G	*Orobanche cruenta*	r
H	*Plantago media*	pa
H	*Campanula glomerata*	r
H	*Achillea Millefolium*	pa
Chh	*Hieracium Pilosella*	abt
H²	*Carlina vulgaris*	r
H	*Cirsium eriophorum*	rr
H	*Bellis perennis*	abt
H	*Leontodon hispidus*	pa
H	*Solidago Virga-aurea*	pa
H	*Senecio erucifolius*	r

Les espèces les plus fréquentes dans ces près à tendances mésophiles sont, en dehors de *Brachypodium pinnatum*, d'*Origanum vulgare* et d'*Hypericum perforatum*, tous trois constants, de nombreuses Orchidées (*Ophrys Arachnites*, *O. apifera*, *Orchis purpurea*, *O. montana*, parmi les plus communes) *Fragaria vesca*, *Eryngium campestre*, *Pimpinella Saxifraga*, *Bupleurum falcatum*, *Calamintha Clinopodium*; enfin, *Trifolium ochroleucum*, *Campanula glomerata*, *Tetragonolobus siliquosus*, *Salvia pratensis*, *Verbascum nigrum* n'y sont pas rares. *Polygala comosa* qui existe seulement dans la partie orientale du Vexin français (vallée du Sausseron) ne s'écarte guère de ces prés marneux. Au niveau des marnes vertes, on observe très souvent le passage latéral au pré à *Festuca arundinacea* analysé plus haut ; des groupements intermédiaires s'observent aussi. Certains prés secs qui succèdent à la Moliniaie « calcaire » se rapportent également à cette variété.

* * *

Lorsque la végétation arbustive est mieux développée et forme de petits bosquets, la pelouse à *Festuca duriuscula* se transforme en pré-bois où apparaissent des plantes de bois calcaires à couvert léger comme *Geranium sanguineum* (côteaux de la vallée de la Seine, de Limay à la Roche-Guyon), *Gentiana Cruciata* (bois de la Roche-Guyon, parcs de Vigny et d'Halincourt, bois de Fosseuse, Reilly), *Vincetoxicum officinale* assez répandu, *Limodorum abortivum* (le Coudray, Nesles-la-Vallée, Délincourt, Parnes, Boury, bois de la Roche-Guyon) *Spiræa Filipendula* et *Campanula persicifolia* (bois du Coudray (1) ; deux espèces sont encore à signaler ici, *Thlaspi montanum* qui se rencontre uniquement sur la lisière occidentale du bois de la Roche-Guyon et *Rubia peregrina*, çà et là dans les buissons et les haies sèches des coteaux de la Seine. Cette dernière espèce est, avec *Limodorum abortivum*, une des caractéristiques des taillis de Chêne pubescent [27, 126] qui devaient couvrir jadis la plus grande partie des pentes calcaires chaudes. Ces bosquets apparaissent donc comme une variété dégradée du taillis primitif, variété inter-

(1) Ce bois, avec les pentes qui le bordent à l'Ouest, est une des localités classiques des environs de Paris et une des plus riches ; dans les limites du Vexin français, plusieurs espèces sont localisées dans ce bois (*Potentilla splendens*, *Conopodium denudatum*, *Spiræ Filipendula*).

médiaire entre ce taillis et la pelouse à *Festuca duriuscula*. Le Chêne pubescent et le Chêne sessile (réunis d'ailleurs par des formes intermédiaires) sont, avec le Bouleau (*Betula alba*), *Cerasus Mahaleb*, *Viburnum Lantana*, les constituants essentiels de ces petits bois calcaires secs, *Brachypodium pinnatum* est la dominante constante du tapis herbacé.

Je signalerai encore les fourrés très denses que constituent çà et là le Prunellier et l'Aubépine (*Crataegus monogyna*) et où la végétation herbacée se réduit à quelques Orchidées (*Orchis purpurea*, *Ophrys muscifera*) à quelques individus d'*Helleborus fœtidus* et de *Geranium Robertianum* épars dans un tapis muscinal formé surtout de grandes Hypnacées (*Stereodon purum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*). Ces deux arbrisseaux colonisent particulièrement les amas de pierres (désignés souvent sous le nom de *murgers* ou *mergers*) qui se rencontrent çà et là sur les coteaux de la Seine et qui proviennent de l'épierrement des anciennes vignes et des vergers.

Ces peuplements arbustifs sont homologues du « chalk-scrub » décrit par les auteurs anglais [215, 223] et considérés par eux comme une forme régressive du taillis primitif ou comme un groupement progressif, tendant à la reconstitution de ce taillis : il semble bien qu'ici on puisse également accepter, suivant les cas, tantôt l'une, tantôt l'autre de ces interprétations.

* * *

La physionomie générale de la pelouse typique à *Festuca duriuscula* est principalement déterminée par la proportion des Graminées sociales et des Chaméphytes, ainsi que par la présence ou l'absence d'arbustes épars.

Deux Graminées, très souvent dominantes, *Sesleria cærulea* et *Brachypodium pinnatum*, contribuent surtout à donner une physionomie particulière à ces pelouses.

Le *Sesleria cærulea* presque uniquement localisé sur les pentes à déclivité marquée, surtout crayeuses, y forme des peuplements étendus ; cette Graminée s'installe même fréquemment sur les rochers où elle joue un rôle dynamique important.

Sur les pentes moins fortes, *Sesleria* est en compétition avec d'autres Graminées sociales. C'est une espèce qui prospère le mieux dans les sols dépourvus d'humus, ce qui explique sa localisation

sur les pentes les plus sèches et les plus rapides où les débris organiques sont détruits et entraînés par les eaux de ruissellement. Par la disposition en touffe de son appareil végétatif aérien et le chevelu abondant de ses racines, cette plante contribue activement à stabiliser le sol ; ses touffes sont plus ou moins densément étagées le long des pentes et il en résulte des gazons en escalier, si souvent signalés dans les montagnes calcaires.

Le *Brachypodium pinnatum*, qui n'a dans cette association qu'une valeur discriminative minime, puisqu'il participe à plusieurs autres groupements, possède, par contre, une très grande importance au point de vue dynamique et physionomique.

Tandis que *Sesleria* ne se réinstalle que très difficilement sur les aires cultivées et laissées à l'abandon, *Brachypodium pinnatum* est, avec *Bromus erectus*, une des espèces qui colonise le plus rapidement les terrains calcaires abandonnés (1). Cette Graminée est, en effet, pourvue d'un système très actif de drageons qui multiplient la plante dans toutes les directions, en donnant naissance à autant d'individus qui deviennent libres et sont, à leur tour, capables de drageonner. Cette Graminée est d'ailleurs très souvent stérile, mais, grâce au caractère écologique remarquable de son appareil souterrain, elle peut s'étendre de proche en proche et couvrir rapidement de grandes surfaces. Le *Sesleria cærulea* est beaucoup moins favorisé en ce qui regarde la multiplication végétative ; mais cette plante qui fleurit et fructifie abondamment peut maintenir ses peuplements tant qu'elle n'est pas trop concurrencée par *Brachypodium pinnatum*.

Les pelouses dominées par chacune de ces deux plantes se distinguent de loin par des tonalités différentes. *Sesleria* entre en végétation bien avant la fin de l'hiver et dès le mois de mars détermine par ses épis bleutés un aspect prévernal très particulier.

Le *Brachypodium* entre en végétation plus tard, en avril, et le vert intense de ses feuilles s'éteint dès la fin de septembre, alors que

(1) C'est cette Graminée qui colonise les vergers et les vignobles abandonnés des côtes crayeuses de la vallée de la Seine. Le repeuplement des vignobles abandonnés a été bien étudié par J. Laurent [161] et je n'insisterai pas sur les observations, en tous points comparables, que j'ai faites à ce sujet. Je signalerai seulement la persistance sur ces côtes crayeuses de deux espèces dont l'existence y est attribuable à la culture ancienne de la vigne, *Muscari neglectum* et *Allium sphærocephalum*.

Sesleria assimile encore. En hiver, les peuplements de *Brachypodium* forment de larges taches d'un gris-jaunâtre qui tranchent sur le fond plus sombre des autres peuplements.

Parmi les autres espèces qui contribuent par leur abondance locale à déterminer le fond de la végétation, il faut surtout citer *Festuca duriuscula* dont les gazons courts, de couleur terne ou glaucescente (var. *glauca*), gardent presque toute l'année une tonalité effacée. Sur les côtes crayeuses de la vallée de la Seine, la floraison des Hélianthèmes, qui débute dès la fin d'avril, crée un aspect vernal bien spécial (Pl. 6, Phot. I); puis ce sont *Coronilla minima*, *Hippocrepis*, *Ononis Natrix*, *Phalangium ramosum* dont les colonies souvent étendues animent ces pelouses durant l'été.

Enfin, alors que la floraison de la plupart des espèces de l'association est terminée, *Linosyris vulgaris* et *Gentiana germanica* commencent à fleurir et contribuent, tard en saison, à égayer ces pentes.

(A suivre).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Les éléves de M. Léon Maquenne, Professeur de Physique végétale au Muséum d'Histoire Naturelle, membre de l'Institut, se sont réunis en une cérémonie tout intime, à l'occasion du cinquantenaire de l'entrée de M. Maquenne au Laboratoire de Physiologie végétale du Muséum. M. Gabriel Bertrand a présenté à l'éminent chimiste-physiologiste, dont on connaît les remarquables découvertes, l'hommage de l'admiration, de l'affection et de la reconnaissance des élèves et des anciens élèves de M. Maquenne. Ce dernier a répondu en exprimant ses remerciements à tous ceux, présents ou absents, qui se sont associés à cette manifestation de sympathie.

* * *

L'Université de Nancy a créé des enseignements spéciaux auxquels correspondent de nouveaux diplômes. L'un de ces derniers est intitulé : Doctorat ès-sciences biologiques.

* * *

Sur les fonds du Grand Prix des Sciences physiques, fondé par l'Etat, 1.500 fr. ont été accordés à M. Fritel, Assistant au Muséum pour ses travaux sur la Paléobotanique du Tertiaire parisien. Une autre Mention honorable a été accordée à M. Pierre Marty pour ses recherches sur la Flore fossile du Cantal.

* * *

M. Morquer a été nommé Préparateur de Botanique générale à la Faculté des sciences de Toulouse, et M. Pottier, Chef des Travaux pratiques de Botanique à la Faculté des sciences de Besançon.

Nemours.— Imp. André Lesot. *Le Gérant :* Emile Michaudon

LE GENRE SCLEROCARYA A MADAGASCAR

par M. Henri JUMELLE

Bojer, en créant, en 1837, dans *Hortus Mauritianus*, le genre *Shakua*, signalait deux espèces malgaches :

1°, le *Shakua excelsa*, de la côte Nord-Ouest, « dans la province des Saccalaves », et aussi de la baie de Saint-Augustin ;

2°, le *Shakua minor*, que Bojer ne mentionnait que dans cette baie de Saint-Augustin.

Bojer ajoutait que les deux espèces fleurissent en octobre, mais que la première est un arbre et la seconde un arbrisseau.

Ultérieurement, en 1877, dans la *Flora of Mauritius*, Baker a supposé — avec raison certainement — que c'est ce *Shakua excelsa* qui est désigné dans l'Herbier de Kew sous le nom de *Spondias Chakoua* Boj. ; et il a rapporté les deux plantes à son espèce *Sclerocarya Shakua* Bak.

Mais il n'y a guère de doute, non plus, aujourd'hui que ce *Sclerocarya Shakua* n'est vraiment pas distinct lui-même de *Sclerocarya Caffra* Sond. de l'Afrique austro-orientale, du Nyassa au Natal, où c'est le *morula* ou *maroola*. C'est, en tout cas, sous ce nom de *Sclerocarya Caffra* que la plante est figurée, pl. 226 A, dans l'Atlas de Botanique de l'*Histoire Naturelle de Madagascar* de Grandidier ; et en 1907, dans le *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris* (n° 4), Dubard a, à son tour, rapporté à ce *Sclerocarya Caffra*, le *sakoa* malgache.

Dans toutes ces études, le *Shakua minor*, d'aire de distribution plus restreinte, est resté négligé. Dubard reproduit seulement, à propos du *Sclerocarya Caffra*, une note qui dans l'herbier du Dr Decorse, accompagne l'échantillon de ce *Sclerocarya* : « Il existe une autre espèce que je n'ai trouvée que dans le Sud, désignée sous

le nom de *sakoamanga*, ou « sakoa bleu », à cause de la teinte générale de l'arbre, dont les feuilles sont comme poudrées de vert-de-gris. Le *sakoamanga* est plus petit ; ses formes sont asymétriques ; il est noueux et tordu ; son fruit est plus rond. »

Nous n'avons jamais revu cité ailleurs ce nom de *sakoamanga*, que M. Dandouau ne mentionne pas dans son *Catalogue alphabétique des Noms malgaches de végétaux*, de 1909, mais la région où croît l'arbre, ainsi que les faibles dimensions et les autres caractères attribués à ce *sakoa* du Sud laissent bien admettre qu'il s'agit du *Shakua minor* de Bojer, qui doit évidemment être plus exactement le *Sclerocarya minor*. Et les échantillons recueillis par M. Perrier de la Bâthie dans les environs de Tuléar, c'est-à-dire dans la contrée qui est bien celle de ce second *sakoa*, nous permettent de donner la description, qui n'a jamais été publiée, de cette espèce.

Nous rappellerons toutefois tout d'abord, d'après encore les échantillons de l'herbier Perrier de la Bâthie, ce qu'est le *Sclerocarya Caffra* à Madagascar.

Dans l'Ambongo et le Boina, où il est commun dans tous les endroits découverts, dans les clairières, près des bois, dans tous les terrains, ce *Sclerocarya Caffra* est un arbre de 10 à 15 mètres de hauteur, à port de pommier, avec ses rameaux étalés. Les fleurs, qui s'épanouissent en octobre et sont dioïques, sont rougeâtres.

Dans la plaine d'Ankoala, M. Perrier de la Bâthie a remarqué que les fleurs apparaissent avant les feuilles, mais que, sur les divers pieds d'une même localité, feuilles et fleurs apparaissent à des époques bien différentes ; et l'on voit ainsi souvent côte à côte un *sakoa* en feuilles et avec des fruits murs et un *sakoa* qui est encore au repos.

Dans le Haut-Bemarivo, l'arbre ne dépasse guère l'altitude de 400 mètres.

Nous ne redécrirons pas les feuilles qui sont exactement représentées sur la planche 226 A, déjà citée plus haut. Dans les spécimens que nous avons vus, il peut y avoir, par feuille, 13 folioles, les folioles latérales étant très régulièrement opposées. Pour un limbe ovale, de 6 cm. 5 sur 3 cm., le pétiole a 12 cm. La longueur d'une feuille est de 30 cm. environ, les deux premières folioles étant insérées à 8 cm. à peu près de la base du pétiole.

Les boutons floraux, disposés en épis axillaires vers les extré-

mités des rameaux sont globuleux, de 4 mm. environ de diamètre. Les fleurs mâles sont ordinairement à 4, beaucoup plus rarement à 5 petits sépales ovales, obtus, d'un peu moins de 2 mm. de longueur. Il y a le plus souvent aussi 4 pétales, qui, dans la fleur épanouie, sont réfléchis ; ces pétales sont ovales, obtus, de 5 mm. sur 4 mm. Les étamines, généralement au nombre de 20, sont insérées circulairement sur un petit disque annulaire, charnu. Au centre est un ovaire rudimentaire. Les fleurs femelles ont le même périanthe que les fleurs mâles. Les étamines, insérées encore sur le disque annulaire, sont réduites. L'ovaire est elliptique, un peu plus haut que large, très arrondi au sommet, qui est hémisphérique, surbaissé, avec 3 ou 4 styles très courts et larges, espacés un peu au-dessous du sommet, chacun de ces styles étant surmonté d'un stigmate pelté à peine plus large que lui. L'ovaire est à 3 ou 4 loges.

Les fruits sont des drupes légèrement elliptiques (3 cm. par exemple, sur 2 cm. 7, à l'état sec), très arrondies au sommet, à peine atténuées à la base. Le noyau est un peu pyramidal (2 cm. 7 sur 2 cm.) ; il est à paroi très épaisse, et à 3 ou 4 loges, contenant chacune une petite graine. Chaque loge s'ouvre au sommet par un assez large pore (1 cm., ou presque, de diamètre) que ferme un épais opercule. Il est surprenant que la présence si curieuse et si caractéristique de ces pores operculés du sommet du noyau n'ait jamais été signalée par Baker. Engler cependant les mentionne bien pour le genre dans le *Pflanzenfamilien*.

Ces fruits de *Sclerocarya Caffra*, dit M. Perrier de la Bâthie, sont à pulpe acidulée par l'acide citrique ; et pulpe et graines sont comestibles. Fermentée, la pulpe donne une sorte de cidre et un alcool. L'écorce, d'autre part, est astringente et employée comme telle dans la pharmacopée. Elle est aussi utilisée à Madagascar comme tinctoriale des tissus de raphia sakalave; et, d'après les renseignements communiqués à la manufacture des Gobelins en 1906, elle servirait aux Malgaches pour donner à leurs vêtements une nuance kaki, très sensible d'ailleurs à l'action de la lumière et des agents atmosphériques. Aux Gobelins, on espérait en 1907 de bons résultats de l'emploi de cette écorce avec, pour mordant, le fluorure de chrome.

Nettement différent de l'espèce précédente est le *Sclerocarya minor*.

Cet autre *Sclerocarya* est un arbuste rameux ou un petit arbre,

mais, en ce dernier cas, offre alors toujours sur son tronc quelques courtes ramifications. Aux environs de Tuléar, on le trouve sur le calcaire éocène et sur les sables près de la mer.

Les feuilles sont caduques, ou, parfois, sur les sables, demi-persistantes. On ne peut les confondre avec celles du *Sc. Caffra*. Elles sont d'abord beaucoup plus petites. Dans les échantillons que nous avons vus, la plus grande a 6 cm. et est à cinq folioles. D'autres ne sont que trifoliolées, ou même unifoliolées ; et telles sont généralement les feuilles des rameaux inférieurs ou des jeunes pieds, principalement quand l'arbre croît près de la mer.

Tandis que, dans le *Sc. Caffra*, les folioles qui ont 6 à 7 cm. de longueur sur 2 ou 3 cm. de largeur, avec un pétiole de 10 ou 12 mm., sont ovales nettement arrondies à la base et fortement acuminées au sommet, puis glabres, les folioles terminales du *Sc. minor* sont seules pétiolulées, et les folioles latérales sont sessiles. Toutes ces folioles sont ovales et étroites ; la foliole médiane, dans nos échantillons, est sensiblement plus grande (3 cm. sur 2 cm,) que les latérales (15 mm. sur 2 mm.). Elles sont anguleuses ou en coin, rarement un peu arrondies, à la base, obtuses ou subobtuses, et, en tout cas, non acuminées, au sommet, pubérulentes sur la face supérieure, velues duveteuses sur la face inférieure. Les pétioles comme les jeunes rameaux sont aussi brièvement velus.

Les axes floraux sur lesquels les fleurs sont disposées en épis, sont velus, alors qu'ils ne portent que des poils épars dans le *Sc. Caffra*. Les boutons floraux, petits, n'ont guère que 2 mm. de diamètre. Les sépales et les pétales ont à peu près la même force que dans l'autre espèce, et les pétales sont encore réfléchis, mais le nombre 5 est beaucoup plus fréquent que dans le *Sclerocarya Caffra*, et presque constant. Les sépales, qui ont à peine 1 mm. sont pubescents ; les pétales, qui ont 3 mm. sur 2 mm., sont rougeâtres.

Dans la fleur mâle, les étamines sont encore insérées circulairement sur un disque annulaire charnu. Dans la fleur femelle, où l'on retrouve le même disque portant des étamines réduites, l'ovaire subglobuleux est surmonté de 5 ou 6 styles espacés, relativement longs, plus grêles que précédemment, avec stigmates peltés, qui ne sont que légèrement plus larges.

Nous n'avons pas vu de fruit intact, mais M. Perrier de la Bâthie

nous dit qu'il est arrondi, bien plus petit que celui du *Sc. Caffra*; le noyau est à 5 ou 6 pores operculés.

Le *Sclerocarya minor*, nous semble bien, en définitive, une espèce indiscutable.

Nous avons dit qu'il est beaucoup plus localisé, dans l'Ouest de Madagascar, que le *Sclerocarya Caffra*, puisqu'il se confinerait dans la région littorale du Sud.

Le *Sclerocarya Caffra*, au contraire, est largement répandu dans la partie occidentale de l'île et l'est d'autant plus, encore aujourd'hui, que, comme les deux Palmiers, *l'Hyphæne Shatan*, ou *satranamira*, et le *Medemia nobilis*, ou *satranabé*, ou *satrabé*, il résiste bien aux feux, même dans les plaines à prairie épaisse où ces feux sont particulièrement violents.

Cette résistance, d'après M. Perrierde la Bâthie, est due à la fois à l'épaisseur de l'écorce subéreuse du tronc, qui, en outre, est légèrement tannifère, et à l'ombrage que donne le feuillage, sous lequel les Graminées restent chétives. Et, en disséminant au loin ses graines, les sangliers ont étendu vers l'Est son aire de distribution, qui suit la prairie.

Au mois de novembre, dit M. Louvel, le *sakoa* se pare d'un feuillage vert tendre. C'est l'arbre des clairières et des pâturages; c'est l'abri habituel du bœuf du Ménabé.

LA FLORE SEPTENTRIONALE DE MADAGASCAR ET LA FLORE MALGACHE

par M. H. POISSON

(suite et fin)

III. — Flore des savanes latéritiques.

Les vastes étendues recouvertes de latérite sont occupées, en majeure partie, par des Graminées. Il en résulte deux aspects du pays très différents suivant les saisons. Pendant la période chaude et pluvieuse de l'année, la campagne est verdoyante, les bas fonds sont occupés par de petites lagunes où les bœufs viennent boire. C'est l'époque où le bétail reprend de l'embonpoint, où la savane rappelle un riche pâturage. Au contraire, à la fin de la saison d'hiver, quand a soufflé la mousson, quand le soleil brûlant a tout désséché, les prairies sont jaunes, recouvertes de chaumes élevés secs et durs, les animaux se réfugient dans les vallées les mieux arrosées, c'est l'époque difficile pour l'élevage. En effet, avec la pénurie de nourriture, on voit apparaître la misère physiologique ; les maladies contagieuses, comme le charbon bactéridien, évoluent dans les « champs maudits ». A Madagascar il y a trop à un moment, pas assez à d'autres. Ce sera l'œuvre du cultivateur, du colon, du vétérinaire de corriger la nature. — Bientôt l'indigène met le feu un peu partout, la brousse brûle et avec elle, chaque année, un peu de forêt, le sol reste calciné jusqu'aux premières pluies où une herbe fine et vert tendre apparaît, et le cycle annuel recommence.

Trois espèces principales de Graminées constituent la savane, ce sont : 1° Le « Danga » (*Heteropogon hirtus* Pers.), 2° le « Véro »

(*Andropogon cymbarius* L.), 3° le « Manevika » (*Imperata arundinacea* Cyrilli).

1° Le « Danga » poussé sur la plupart des plateaux, même sur le calcaire, où il revêt une forme plus épaisse et plus rabougrie, à tige souvent rougeâtre (Anosiravo), il constitue un excellent aliment quand il est jeune, mais il offre un désavantage énorme : celui de posséder des épis armés de longues soies piquantes qui roulées en boule par les vents constituent un obstacle à la marche de l'homme. Les animaux (Equidés et Bovidés) ne peuvent le consommer pour la même raison. — Ces formations à Danga sont très abondantes dans le nord, seules ou associées à une autre Graminée le « Bozaka », (*Chrysopogon gryllus* L.) qui n'est pas très alimentaire non plus (1).

2° Le « Vero » ou « Verobe ». — C'est après le Danga l'espèce la plus commune ; on le rencontre surtout dans les régions un peu plus élevées que le précédent, allié à lui ou seul, il couvre parfois des étendues considérables. Il recherche les parties les plus humides des plateaux à latérite grise ou rouge et atteint jusqu'à 2 m. de hauteur. Excellent pâturage lorsqu'il est jeune, il durcit au début de la saison sèche, peut-être moins rapidement que le Danga et donne des chaumes forts, durs et que seul le feu détruit.

3° Le « Manevika » est une Graminée abondante surtout sur le bord des chemins et dans les parties qui ont été labourées puis laissées en jachère (Sakaramy). Il remonte assez haut en altitude et on le rencontre dans les hautes vallées et plateaux voisins du Tsaratanana. Il n'a pas non plus une grande valeur fourragère, cependant il offre l'avantage sur les précédents de rester vert assez loin de la saison sèche. C'est une plante à long rhizome très développé et donnant par endroits un groupe de feuilles rigides et allongées. Il est bien reconnaissable par ses inflorescences en plumets argentés.

En dehors de ces trois espèces on peut trouver, mais toujours en petites quantités, des espèces, des genres : *Digitaria* (2), *Pennisetum*,

(1) La tige en est fine et dure, les chaumes desséchés ne pourrissent jamais. Cette plante pousse dans les terrains les plus secs quelle que soit l'altitude, par ormations clairsemées, elle donne un pâturage à peine passable au début de la saison des pluies, inutilisable le reste de l'année.

(2) Vallée de la Betaitra.

Agrostis, *Panicum*, *Cynodon Dactylon* Pers. (1) etc., alliés souvent à des Cypéracées (2).

Plantes adventives des savanes — Plusieurs Légumineuses se trouvent mélangées aux Graminées ; ce sont par exemple : des *Crotalaria* (*C. retusa* D. C. et quelques espèces voisines) (3), un petit *Indigofera sp.*? à fleurs roses, qui lorsqu'il est jeune, fournit un très bon pâturage, des Malvacées : *Sida rhombifolia* L. (nom indigène « Tsindahoro »), des Solanées : *Solanum erythracanthum* Boj. Sur les hauteurs (Pays d'Ambre) on rencontre aussi une espèce du genre *Coronilla* (Légumineuses) — Enfin, il existe un certain nombre d'Orchidées terrestres qui se développent dans la savane les unes après les autres. Au début tout à fait de la saison des pluies (en novembre et décembre) croît et fleurit un *Eulaphia* à fleurs roses teintées de vert sur le labelle. C'est une vigoureuse espèce rhizomateuse dont les feuilles lancéolées se développent après les fleurs, la plante atteint 0m,80 à 1 m. au maximum (4), [nom indigène : (antaimoro) : « Asosa. »]. Vers le mois de février, c'est-à-dire en pleine saison chaude, on voit apparaître un *Habenaria* ressemblant à nos *Orchis*, à deux bulbes, à sépales, pétales et éperon verts et à labelle jaune soufre (5). Cette espèce, peut être encore plus répandue

(1) De très nombreux travaux ont été publiés dans les périodiques de la colonie sur la question des Graminées pouvant fournir des fourrages. Voir : *Bulletin Economique*, 3e trimestre, 1902, p. 271. Les fourrages à Madagascar. 4e trimestre, 1904, p. 411. — Geoffroy. Etude des plantes fourragères poussant sur les hauts plateaux et susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation des chevaux ; même périodique (3e et 4e trimestre, 1908, pp. 201 à 220). — Rouquette. Etude des pâturages de la province d'Analalava ; même périodique, 2e trimestre, 1915, pp. 158 à 188). — Delgove. Rapport sur la colonisation par l'agriculture dans la province de Diégo-Suarez, son état actuel, son avenir ; même périodique, 2e semestre, 1915. Notes sur les pâturages du nord-ouest et centre-nord de l'île de Madagascar (*Revue agricole et vétérinaire de Madagascar*. Novembre et décembre 1916, avec une carte).

(2) Voir pour les Cypéracées : H. Chermezon. Cypéracées nouveaux de Madagascar (*Bulletin du Muséum*, 1919, n° 2, p. 138 ; n° 3, p. 209 ; n° 4, p. 300 ; n° 5, p. 406). Cet auteur a décrit plus de 20 espèces nouvelles de cette famille existant dans différentes régions de Madagascar.

(3) Voir : A. Lacoste. Notes générales sur l'étude anatomique des espèces malgaches du genre *Crotalaria*. (*Revue générale de Botanique*, 1915, t. 27, p. 121). Dans ce travail l'auteur a fait une clef des espèces d'après des caractères morphologiques et microscopiques.

(4) Plateaux de Mahatinjo, du Sakaramy, de Tsarhena, d'Ambahivahibé, etc. Assez commune.

(5) Mêmes localités. Dans certaines fleurs, le labelle est maculé de rouge au fond, quelquefois cette tache fait défaut.

que la précédente, reste petite, elle n'atteint en général que 30 à 45 centimètres de haut. Vers le mois de mars une dernière Orchidée apparaît à son tour, c'est une Ophrydée à fleurs vertes et blanches disposées en un long épi et dominant de sa haute taille (1m,50 à 2m.) les Graminées déjà fort développées à cette époque (*Habenaria arachnoides* Thouars). Elle est aussi commune que les deux autres (1).

La connaissance de la flore des savanes est importante en raison de la nourriture des animaux, elle est liée à la question du « foin de pays ».

Dans une région comme celle de Diégo-Suarez, où les besoins de la garnison utilisent 200 à 250 chevaux et mulets il est indispensable d'avoir du foin. Or celui de France que l'on pouvait autrefois faire venir de la métropole est trop cher actuellement. De plus l'on doit chercher, de plus en plus, à vivre sur le pays. Il est hors de doute que l'on ne peut donner un foin convenable avec les Graminées de la steppe (2). Sans doute les fauchaisons répétées donnent des regains meilleurs, mais ces fourrages sont toujours peu nutritifs et durs. Il faudrait pouvoir faner le foin dès que les plantes sont bien développées et encore fines et peu ou pas ligneuses ; or à ce moment, on est en pleine saison des pluies et cette opération est impossible ou au moins tellement aléatoire qu'aucun colon ne voudra la tenter. Doit-on pour cela renoncer à faire du foin à Madagascar, je ne le crois pas et c'est là où l'influence de l'homme devient utile, on doit chercher à répandre la culture d'espèces se développant dans de meilleures conditions (3), ou de plantes dont les pailles ont un coefficient de digestibilité supérieur, (pailles d'Arachide, d'Antaque (4) etc.), enfin l'on peut préconiser dans certains endroits la culture en

(1) Mêmes localités.

(2) Il y a eu sur cette question, qui souleva des polémiques d'intérêts particuliers, une multitude de rapports adressés aux autorités militaires, les uns élogieux les autres défavorables, il y a là une controverse ; il est cependant un fait devant lequel toute critique tombe, et qui est concluant : les chevaux et mulets consomment difficilement ou pas du tout ce foin et l'assimilation en est presque nulle.

(3) C'est ainsi que dans certaines vallées (Sakaramy), on cultive avec avantage l'herbe de Para (*Panicum molle* Sw., Graminées) qui donne un excellent foin. Des essais ont été faits en 1917 par le 7e régiment d'artillerie coloniale au Camp du Sakaramy et ont fourni un aliment très apprécié des animaux. Il existe d'ailleurs un *Panicum* indigène presque semblable à l'Herbe de Para, que l'on pourrait facilement cultiver. Comme aliments de substitution on peut donner aussi le Corn flood (*Canna edulis* Kev-Gawl., Scitaminées, des troncs de Bananiers, etc.

(4) *Dolichos Lablab* L., Légumineuses.

prairie artificielle de Légumineuses de France (Luzerne, Sainfoin, etc.).

Dans les bas fonds des savanes, à sol argileux, l'eau s'accumule en saison chaude, l'on y rencontre des « Vondrona » (*Typha angustifolia* L. (Typhacées), des *Crinum* (1) (Amaryllidées). — Dans les ravins, on voit apparaître le Palmier « Dara » (*Phœnix reclinata* Jacq.), sorte de Dattier petit et épineux ; le long des ruisseaux, une Fougère grimpante (*Lathyropteris madagascariensis* Christ.) aux frondes flexibles et à type de liane, et le *Pteris longifolia* L. (2) ; puis très souvent aussi une Malvacée à fibres textiles : le « Paka » (*Urena lobata* L.) en peuplements parfois très abondants (3), et les Acanthacées jaunes, rouges et violettes déjà citées.

Les arbres et arbustes sont peu abondants et généralement peu développés, étant donné le régime annuel des feux de brousse. On en aperçoit isolés ou par petits groupes de loin en loin, rompant quelque peu la monotonie du plateau. Ce sont les essences résistant le mieux au feu qui seules sont représentées. L'une des plus curieuses est le Tsimiranja (fig. 7) (*Cordia subcordata* Lam., Borraginées), toujours tordu, à feuilles larges et coriaces ; puis le Tamarinier ou « Madiro » (*Tamarindus indica* L., Légumineuses), le « Sakoa » (*Sclerocarya caffra* Sond., Anacardiacées), puis des lianes : *Combretum coccineum* Lam. (Combrétacées), *Clitoria Ternatea* L., (Légumineuses), *Cryptostegia madagascariensis* Boj. (Asclépiadées, nom indigène : « Lombiri »), arbuste ou liane à caoutchouc qui épanouit pendant presque toute l'année ses jolies fleurs mauves (4)

IV. — Flore des forêts tropicales.

Une des caractéristiques de la forêt malgache est la disproportion entre le diamètre du tronc et la hauteur de l'arbre. C'est

(1) Ces *Crinum* sont caractérisés par l'absence de collerette et les filets des étamines rouges, ils diffèrent de ceux de la forêt tropicale, à collerette blanche et à filets des étamines blancs, les bulbes sont aussi plus volumineux que ceux des espèces forestières.

(2) (Mahatinjo).

(3) A. Mortages. Etude sur le chanvre malgache *Urena lobata* L. (Famille des Malvacées). « Paka ». « Pampan ». « Tsi Ki lenga », noms donnés par les indigènes (brochure in-8, 12 pages. Diégo-Suarez 1919, Chatard éditeur).

(4) Les exploitations du latex ont été abandonnées en raison de la faible teneur de la liane en caoutchouc.

ainsi que certains arbres grêles ont 25 et 30 m. de hauteur. A côté de cela il y en, a de très trapus (1). Dans la région du nord, c'est surtout le massif d'Ambre qui offre un revêtement végétal à type équatorial. La plus grande partie de ce relief volcanique est en effet couverte de forêts (2). En outre, il existe par endroits, des lambeaux

Fig. 7. — Savanes à Graminées, brûlées à la fin de la saison sèche ; au deuxième plan forêt tropicale, en arrière, relief du massif d'Ambre, à gauche un arbre caractéristique de la brousse incendiée de « Tsimiranja » (*Cordia subcordata* Lam., Borraginées). Sakaramy. Province de Diégo-Suarez.

d'ancienne forêt, c'est ainsi qu'on en trouve au Sakaramy, à Antongobato, dans l'Ambongo-Abo, dans la vallée de l'Andrianamanitra, à Ambondrofé, à Ambolimagodro, dans l'Andavakoera, etc.

La lisière de toutes ces forêts est soumise aux feux de brousse et leur étendue diminue d'année en année. De ce fait la végétation buissonnante de forêt secondaire s'y développe ainsi que dans les clairières. On y rencontre : une espèce arborescente, l'*Haronga*

(1) Voir : Hubert. L'industrie forestière à Madagascar (*Revue de Madagascar* octobre et novembre 1906). Voir aussi les nombreux travaux publiés par le service des forêts et en particulier par M. le Garde général Louvel dans le *Bulletin Economique de Madagascar* de 1902 à 1915.

(2) Voir : Capitaine A. Landais. Le Massif d'Ambre [La Géographie, vol. XIX, n° 4, 1909 (15 avril) pp. 257 à 274, 7 fig.] Le nom de cet officier qui a exploré très complètement la Forêt d'Ambre est rappelé par le chemin qui porte son nom et traverse d'un bout à l'autre ce pays.

madagascariensis Choisy (Hypéricinées), nom indigène : « Haron-gana », un petit arbre du genre *Bauhinia* (Légumineuses) (1), un arbuste, le « Voafotsy » (2) ou « thé malgache » : (*Aphloia theæformis* Bak., Bixacées), dont la feuille fournit une infusion antifébrile et digestive très employée, une Passiflorée grimpante du genre *Deidemia* (3), l'*Adenanthera pavonina* L., l'*Abrus precatorius* L. (Légumineuses), *Tecoma sp.* ? bel arbre à grandes fleurs orange foncé (Bignoniacées), *Strophanthus Boivini* Baill. (Apocynées), arbustes aux pétales spiralés, des Papayers, des Manguiers échappés des cultures. La végétation herbacée est constituée par des plantes très diverses : Mélastomacées, Acanthacées, Graminées, par des Asclépiadées comme l'*Asclepias curassavica* L. à fleurs rouges et jaunes d'or, le *Gomphocarpus fruticosus* R. Br. (de la région méditerranéenne, introduit) dont la fleur est blanche et le fruit rebondi et hérissé, des *Cassia* à grandes fleurs jaunes, un petit arbuste, « l'Ambrevade » (*Cajanus indicus* Spreng. (4), Légumineuses) etc.

Les forêts dépendant du Massif d'Ambre varient d'ailleurs d'aspect suivant les régions. Dans la vallée boisée de Sakaramy par exemple, l'essence dominante est le « Ramy » (5). On en distingue deux types : le rouge et le blanc ; ce sont deux espèces distinctes du genre *Canarium*. Les Ramy sont de très beaux arbres, à écorce blanchâtre comme le Bouleau, atteignant 25 à 35 m. de hauteur, à ramures puissantes et à racines palettes très développées. Ce sont des arbres intéressants au point de vue de la résine balsamique qu'ils laissent exsuder de l'écorce (6). — Dans la vallée de l'Andriamanitra, ce sont au contraire les arbres hauts et droits qui dominent,

(1) Ce *Bauhinia* n'existe jamais à l'intérieur de la forêt ; il est très remarquable par des fleurs de deux couleurs, les unes blanches ponctuées de pourpre, les autres jaune foncé ponctuées également. Ces fleurs sont très odorantes.

(2) Mot à mot : fruit blanc, allusion à la couleur de la baie. Pour l'emploi de cette plante, voir HECKEL : Plantes utiles, p. 256.

(3) Abondante à Sakaramy.

(4) Cultivé par les indigènes et vendu sur le marché d'Antsirane comme succédané du Pois.

(5) Voir : GUILLAUMIN. Les Burséracées de Madagascar. Les Ramy de Madagascar (*Bulletin Economique de Madagascar*, 9e année, 2e semestre 1909, n° 2, pp. 374 à 380 et 381 à 386.

(6) Ce produit sert comme encens à Diégo-Suarez et peut être intéressant pour l'industrie.

par exemple les « Nato » (1) et les « Rotra » (2) (*Eugenia Parkeri*, Myrtacées). Il y a là de hautes futaies et peu de sous-bois, c'est la forêt où l'on marche assez librement comme dans nos grandes forêts de France (Fontainebleau par exemple) ; à Antongobato le type tropical touffu reparaît avec prédominance de Palissandres et d'Ebéniers. — La forêt d'Ambondrofé est encore plus impénétrable avec des arbres surtout grêles et élevés et une surabondance de lianes (3).

Enfin dans l'Andavakoera on rencontre des essences qui ne se trouvent pas ou très peu ailleurs : le « Simarouba » (*Simaruba sp.*? Simarubacées) à bois blanc jaunâtre rappelant le Buis dont il a la dureté, c'est l'un des bois les plus résistants et les plus durs à travailler, il sert à faire des timons de charrette, des rayons de roues, l'Acajou de pays (genre et famille inconnus), en arbres énormes, le « Hintry » (*Afzellia bijuga* Gray., Légumineuses), c'est un très bel arbre qui fournit un bois excellent qui, lorsqu'il est travaillé, rappelle un peu le Chêne, le cœur est foncé et rougeâtre, souvent un peu veiné, une sorte de Palissandre à bois blanc mais devenant avec le temps, à l'air, violet noirâtre, phénomène dû à une oxydase, le « Vavangue » à bois violet veiné de noir et très dur (genre et famille inconnus) (4) etc.

On ne saurait donner une liste de toutes les essences de la forêt d'Ambre. Si, en effet, la nomenclature des sortes de bois, est facile dans les forêts des pays tempérés en raison du petit nombre des essences, il n'en est pas de même dans les pays chauds, où une masse énorme d'espèces végétales poussant d'une manière intensive ont revêtu la forme arborescente. Dans la région d'Ambre on peut affirmer qu'on retrouve en majeure partie les espèces de la grande forêt de l'est. On peut se faire une idée de ces peuplements, en visitant une partie de cette région appartenant à M. Jeansou, colon au-

(1) Nom donné à plusieurs Sapotacées, suivant les régions, il s'agit ici d'une espèce de *Sideroxylon*.

(2) Le Rotra est appelé aussi Bois de Pomme (nom créole), c'est un bois de charpente et de construction ; il est rouge brun, demi-dur, à grain assez fin et se travaillant très bien.

(3) Cette forêt s'etend sur plus de 30 kilomètres mais est très peu large en certains endroits, elle n'a pas plus de 7 a 800 m. d'épaisseur. Certaines parties sont calcaires et à végétation xérophyte.

(4) Ce terme désigne différents végétaux, notamment des Guttifères, très éloignés au point de vue systématique de celui d'Andavakoera.

Camp d'Ambre. Cet agriculteur a en effet, au lieu d'abattre à tort et à travers, nettoyé le sous-bois, enlevé le bois mort et le mort-bois ; il a marqué tous les jeunes arbres appartenant à des essences précieuses ou intéressantes, pour les laisser se développer, il a établi des chemins dans son domaine forestier et a pu faire l'inventaire de sa forêt où il a, dans la suite, pratiqué des coupes rationnelles. On y trouve des Palissandres et des Ebéniers différents de ceux des calcaires, le « Bois de Pomme » ou « Rotra », le « Tacamaka » (*Calophyllum tacamahaca* W. Guttifères) (1), des Ramy rouges et blancs, le « Lapok » sorte de Copalier, du « Nato », le « Gros peau » (2) arbre à fût droit, à écorce blanche et épaisse, donnant des fleurs rouges rappelant celles des *Tecoma*, le « Sambalahy » (*Albizzia fastigiata* Oliv., Légumineuses), le bois de rose ou « Hazomena » (*Khaya madagascariensis* Jum. et Per. (3), Méliacées). D'autres arbres sont sans valeur comme le « Matambelo » (genre et famille inconnus), l' « Afitro » (*Dombeya cannabina* Boj., Sterculiacées), l'écorce de cet arbre sert à faire de la corde, le bois est blanc, léger et poreux. Il s'y trouve enfin des espèces existant déjà dans d'autres terrains comme les *Ficus* (4), le Tamarinier, les Vontaka (5) et parmi les arbustes le Voafotsy (6).

Non loin de Joffreville (7), la forêt d'Ambre renferme de nombreux peuplements de Bigaradiers (*Citrus sp.* ?), puis le « Ravint-

(1) C'est un bel arbre à fût droit, donnant une gomme résine connue à la Réunion sous les noms créoles de résine tacamaque, baume vert, baume Marie de Bourbon. Ce produit ne paraît pas employé dans l'industrie. Il ne faut pas confondre cette plante avec le *Noronhia emarginata* Poir. (Oléacées) appelé aussi à la Réunion : Tacamaka de Madagascar. Le bois de Tacamaka est orange clair, susceptible d'un beau poli et pourrait être utilisé en ébénisterie.

(2) Nom créole donné à cause de l'épaisseur de l'écorce.

(3) L'écorce, qui est fébrifuge, secrète une gomme. Le même terme désigne aussi dans d'autres régions (Station forestière d'Analamazotra par exemple : *Weinmannia Rutenburgii* Engl. (Saxifragacées), ailleurs : *Ochna* madagascariensis (Ochnacées).

(4) Surtout le *Ficus trichopoda* Bak., Urticacées) nom indigène : zavy ou javy ; l'écorce est employée à faire des cordes.

(5) Les bois de Tamariniers et de Vontaka fournissent un excellent charbon de bois ainsi que certains Palétuviers.

(6) Il y a deux types d'arbustes dans les Voafotsy, un à rameaux serrés et à petites feuilles et un autre à rameaux plus lâches et à larges feuilles.

(7) Nom donné pendant la guerre 1914-1918 au Camp d'Ambre, le Maréchal Joffre a été en effet Colonel Commandant la défense à Diégo-Suarez qu'il a contribué à embellir et a puissamment développé les postes du Sakaramy et du Camp d'Ambre.

sara » (*Ravinsara aromatica* Gmel., Laurinée) dont la feuille est employée comme condiment et remplace le Laurier. — Le long des ravins et des rivières se développe un bel arbre le « Sohihy » (*Cephalanthus spathelliferus* Bak., Rubiacées), plusieurs espèces de *Cassia* (Légumineuses) aux belles fleurs jaunes et dont les fruits rappellent des saucisses, le Flamboyant (1), *Poinciana regia* Boj., (Légumineuses), *Bauhinia sp.?* (Légumineuses), etc.

Plus à l'intérieur de la forêt se trouvent : le « Lalona » (*Weinmannia lucens* Bak., Saxifragacées), le « Fotona » (*Leptolaena turbinata* Bak., Chlaenacées), le *Santalina madagascariensis* Baill. (Santalacées), puis des Palmiers : *Acanthophenix crinita* H. Wendl., le « Dimaka » (*Borassus flabellifer* L. var. *madagascariensis*) (2). des « Raphia » (*Raphia pedunculata* Beam.), les « Vakoa » ou *Pandanus* (*P. ceratophorus* Bak,, *P. myriocarpus* Bak., Pandanées), des *Dracæna* (3), des Fougères arborescentes (*Cyathea*) de toute beauté. Tous ces arbres sont recouverts d'épiphytes (4) ; parmi les Orchidées : *Angræcum Ellisii* Reich. f., *Macroplectron Leonis* Finet, *M. sesquipedale* Pfitz., *Raphidorhynchus aphyllus* Finet, espèce sans feuilles et naine, à fleurs blanches minuscules, *R. modestus* Finet, *R. stylosus* Finet, etc., *Grammangis Ellisii* Reich. f., *Aeranthus grandiflorus* Lindl., *Bifunaria sp.* à fleurs vertes et pourpre foncé, de petits *Bulbophyllum* à pseudobulbes carrés et une seule feuille, avec des inflorescences de quelques centimètres et des fleurs blanches microscopiques. Parmi les Cryptogames vasculaires : plusieurs espèces de *Polypodium*, *P. lycopodioides* L,. *phymatodes* L., *sp.*?), d'énormes touffes d'*Asplenium nidus* L., placées aux bifurcations des branches (Filicinées), des

(1) Le *Poinciana regia* Boj. est un très bel arbre cultivé à Diégo-Suarez dans les jardins et les divers endroits de la ville. Il existe aussi (route du Sakaramy au kilomètre 20) le *Poinciana pulcherrima* L. petit arbuste très florifère ; c'est le seul endroit de la province où je l'ai vu, sauf dans un jardin du terrain militaire, où M. le Médecin major Foll le cultivait, les fleurs sont plus petites que dans le *P. regia*, mais bordées de jaune. On a rapporté cette espèce d'ailleurs au genre *Cælsalpinia* et elle porte dans la nomenclature le nom de *C. pulcherrima* Sw. (Espèce cosmopolite des régions chaudes) (nom créole : Orgueil de Chine).

(2) Surtout abondant dans les parties à sol riche et bien arrosées. On en rencontre de beaux types dans la vallée du Sambirano (District sakalave de Nossi-bé)

(3) Voir pour la distribution géographique des *Pandanus* et des *Dracæna* : H. Poisson. Recherches sur la flore méridionale de Madagascar, pp. 147 à 150.

(4) En général ces épiphytes sont placés sur les hautes branches à 15 ou 20 m. et plus de hauteur ; il n'y a guère que les *Asplenium Nidus* qui soient placés assez bas.

Lycopodes (*Lycopodium gnidioides* L., *L. megastachyum* Bak , Lycopodiacées).

Des parasites du genre *Viscum* (Loranthacée à petits fruits blancs , des Mousses et des Lichens, toute une série de végétaux grimpants et de lianes, appartenant à des familles très diverses : Apocynées (1 , Asclépiadées, Légumineuses, Gesnériacées (2), Bignoniacées, etc. vivent entre et sur les arbres. On y retrouve d'ailleurs des genres et des espèces déjà cités. *Bauhinia sp.*? à fleurs rouges, *Clitoria Ternatea* L., *Mucuna pruriens* (3) D. C. (Légumineuses), des Passiflores (Passiflorées), des *Ipomea* blancs, roses ou bleus (Convolvulacées), etc., auxquels se mêlent des espèces buissonnantes ou arbustives comme le *Combretum coccineum* Lam. (Combrétacées), tantôt liane, tantôt buisson, un *Erythrina sp.*? (Légumineuses), un petit arbre à fleurs roses, *Carphalea Kirandra* Baill. (Rubiacées) (4) ; puis de petits végétaux herbacés ou ligneux, *Mimosa* nains à fleurs blanches et très odorantes (Légumineuses), la Pervenche malgache (*Vinca rosea* L. (5), Apocynées), des Acanthacées, des Composées, etc.

Dans les rivières et les cratères lacs (fig. 8) on retrouve la végétation aquatique de l'île : *Nymphea stellata* Wild. (Nymphéacées), *Nasturtium officinale* R. Br. (Crucifères) (6), *Jussiæa repens* L. (Ona-

(1) A citer en particulier les genres : *Landolphia* ou « Voahena » intéressants comme plantes à caoutchouc, *Plectaneia*, etc. — Voir pour la distribution géographique de ces plantes : H. Poisson (*loc.* cit. pp. 159 à 168).

(2) Une des plantes les plus curieuses de cette famille est la « liane K. K. » (*Pæderia fœtida* L.) dont le nom caractéristique vient de son odeur repoussante. Elle est excessivement répandue autour de Diégo-Suarez tant dans la forêt que dans les buissons et les clairières, elle présente des bractées veloutées, d'un beau rose ou quelquefois rouges, qui la rendraient ornementale si son odeur n'était insupportable. L'herbier du Muséum contient de nombreux échantillons de cette espèce (très cosmopolite d'ailleurs) provenant de Diego-Suarez et du Vohémar de Boivin et de Perville. — Voir Baker Flora Mauritius and Seychelles (p. 158).

(3) Cette liane produit des gousses qui sont recouvertes d'un tissu très épais de poils urticants aussi l'appelle-t-on « Liane poil à gratter ». C'est au moment où les vents de mousson sont à leur maximum qu'il est pénible de traverser des chemins où cette liane existe, et il y en a malheureusement beaucoup, si l'on reçoit ces poils dans les yeux cela peut occasionner des ophtalmies graves.

(4) Sakaramy. Forêt d'Ambre, d'Ambondrofé, Forêt de l'Andriamanitra; assez commun.

(5) Cette plante est cultivée dans les jardins où l'on en rencontre une forme à fleurs blanches mélangée à l'espèce type, elle fleurit très généreusement toute l'année.

(6) Le Cresson importé par les Français est très répandu dans la plupart des rivières et des ruisseaux.

grariées), *Limnanthemum cristatum* Gresb. (Gentianées), *Ceratophyllum sp.*? (Cératophyllées), *Ottelia ulvæfolia* Walp. (Hydrocharidées), *Crinum sp.*? (Amaryllidées), *Typha angustifolia* L., nom indigène : « Vondrona » (Typhacées), *Pistia stratiotes* L., *Typhonodorum Lindleyanum* Schott., nom indigène : « Viha » (Aroïdées).

Fig. 8. — La forêt tropicale au « Petit Lac », cratère-lac de la Montagne d'Ambre. Province de Diégo-Suarez.

Lemna minor L. (Lemnacées), *Sagittaria sp.*? (Alismacées), *Ouvirandra Bernieriana* Decn., *Potamogeton sp.*? *Ruppia sp.*? (Naïadacées), *Cyperus alternifolius* L., *sp.*? (Cypéracées), *Phragmites communis* Trim., nom indigène : « Bararata » (Graminées), *Marsilia quadrifolia* L. (Rhizocarpées) et des Algues vertes (Confervacées), etc.

Sur les cascades on rencontre des Podostemacées (*Hydrostachys sp.*?) quelques Fougères grimpantes sur les rochers ; sur les bords des lacs, une Balsaminée, l'*Impatiens Catati* Drake.

Sur les rochers basaltiques à pic se rencontre une autre Balsaminée (*Impatiens comorensis* Bak.) aux jolies fleurs roses, une Orchidée terrestre à bulbes (*Habenaria sp.*?) à feuille en cornet et à fleurs roses à labelle blanc, l'*Equisetum ramosissimum* Duf. (Equisétacées)

Du côté ouest, la forêt est plus rabougrie que sur le versant oriental du Massif d'Ambre, elle affecte néanmoins toujours l'aspect de la grande forêt.

V. — Conclusions

Cette énumération est encore bien incomplète et il existe dans le nord de Madagascar, beaucoup de végétaux inconnus ou mal connus.

On a représenté parfois cette portion de l'île comme une région stérile et sans intérêt économique. Sans être un pays de très grand avenir, il n'y a pas que des plateaux désertiques et de sèches vallées. nombre de cantons contiennent des pâturages susceptibles d'être améliorés (Ambahivahibé, Vallée du Rodo, etc.) et bien des concessions convenablement cultivées peuvent donner des résultats. Dans les plaines (Anamakia, vallée du Rodo, environs de Befotaka, delta de la Mahavavy, rives de l'Ifasy, etc.) se cultivent le Riz, le Manioc, l'Arachide, etc. Des cultures potagères sont en exploitation depuis vingt ans à Anamakia (population créole), plus récemment à Mahagaga (population arabe), au Sakaramy, dans l'Andavakoéra et dans tous les autres postes militaires ou civils (Cap-Diego, Orangea, Antikoriko, Ambondrofé, Port-Loky, etc.). Les arbres fruitiers constituent une des richesses du pays d'Ambre (Oranges, Avocats, Pêches, Bananes, Papayes, etc.).

En outre, ainsi que j'ai essayé de le montrer, le Nord de Madagascar est fort intéressant au point de vue biologique par les aspects variés de la végétation. Le nombre des espèces utiles n'y manque pas et l'agriculture comme l'industrie peuvent se développer et prospérer dans ces contrées. Il faut avoir vu à l'œuvre certains colons français de ce pays, pour être émerveillé et persuadé du parti que l'on peut tirer de terres paraissant de prime abord peu fertiles. A l'heure présente on recherche, dans le nord de l'île, à développer la culture et l'industrie des matières textiles, oléagineuses, tinctoriales. La connaissance de jour en jour plus complète de la flore, et du sol de cette partie de la colonie seront des adjuvants très utiles à ces recherches et à ces travaux (1).

(1) Je me ferai un agréable devoir d'indiquer que plusieurs clichés qui illustrent le présent travail sont dus à mon ami M. Charles d'Alleizette, correspondant du Muséum qui me les a gracieusement offerts. Cet officier est d'ailleurs l'un de ceux qui ont travaillé le plus à la connaissance de la flore malgache.

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1910-1919
Ire Partie : PALÉOZOÏQUE

par M. A. CARPENTIER

(suite)

Les dépôts dévoniens, que l'auteur considère comme appartenant au *Dévonien supérieur*, mais dont certains doivent être plus anciens, ont fourni 14 espèces, dont deux nouvelles : *Pinnularia mollis* et *Sphenophyllum involutum*, ce dernier remarquable par ses verticilles de feuilles larges, courtes, involutées au sommet et toujours ascendantes. Dans les schistes de St-Géréon, près d'Ancenis, qu'il y a tout lieu de considérer comme appartenant au *Famennien*, M. Ferronnière, professeur de géologie aux Facultés catholiques d'Angers, a trouvé le très rare *Cephalopteris mirabilis* et le *Bothrodendron (Cyclostigma) brevifolium* que M. Nathorst a signalés dans l'Ile des Ours.

C'est la flore du *Carbonifère inférieur* à faciès continental qui a livré à Edouard Bureau les documents les plus nombreux. Nous conserverons après lui le terme de *culm*, employé ici dans le sens des géologues ou paléontologistes de l'Europe continentale (Stur, Gœppert, Potonié) pour désigner certains faciès à plantes du *Carbonifère inférieur* de Silésie, Moravie, de Westphalie, du Hartz (1).

Dans la flore du *Carbonifère inférieur* de la Basse-Loire Edouard

(1) Voir sur le mot *Kulm* : N. Arber, The fossil flora of the Culm Measures of North-West Devon (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 197, pp. 320-321, 1904).

Bureau (1) a reconnu nettement l'existence de deux niveaux : *Culm inférieur* ou *Grauwacke inférieure du culm* peu fossilifère, *culm supérieur* ou *Grauwacke supérieure du culm* à nombreuses empreintes, (70 espèces ou formes dont 19 espèces nouvelles et 3 types génériques nouveaux).

La flore du *culm inférieur* est pauvre. Les restes de Lycopodiales y sont abondants par places, mais peu variés. On peut mentionner *Lepidocladus Fuisseensis*, *Bothrodendron Depereti*, *Lepidodendron acuminatum* Vaffier sp., espèces ou formes communes à ce niveau et au *culm* du Mâconnais, étudié par Vaffier. Nous avons trouvé un horizon remarquablement riche en débris du *Lepidodendron acuminatum* à Chalonnes. C'est sous cet horizon que se placent les lits à *Rhodea* que nous avons signalé à Chalonnes (Notre-Dame) (2) soulignant l'association de ces *Rhodea Machancki* (3) (*Rh. Hochstetteri* Stur, auct.) avec des fructifications qui paraissent bien leur avoir appartenu. Les empreintes d'axes et rameaux du *Bornia transitionis* (*Asterocalamites scrobiculatus*) sont parmi les plus répandues.

Les *Lepidodendrées* tiennent encore une place importante dans la flore très riche du *culm supérieur*, Les *Ulodendron* sont fréquents, en particulier à Mouzeil (Loire-Inférieure), dont les divers gisements ont fourni les plus abondants matériaux à Edouard Bureau. Le genre *Lepidophloios*, non rare, compte une espèce nouvelle *L. fimbriatus*. Les *Lepidodendron* sont nombreux et M. Bureau rattache au *L. selaginoides* Sternberg le *Bothrodendron minutifolium* Boulay sp. Un genre voisin des *Lepidodendron*, le g. *Thaumasiodendron* nov. gen., s'en distingue par la forme très spéciale de ses feuilles épaisses, à large base d'insertion, à face inférieure fortement carénée et à face supérieure presque plane.

La flore du *culm* supérieur comprend le *Sphenophyllum tenerrimum* commun aux divers gisements de la basse Loire. E. Bureau a cité une autre espèce dans la pierre carrée (tuf de microgranulite) de Montjean (Maine-et-Loire), c'est le *Sph. Davyi*, que nous avons

(1) E. Bureau : Sur la flore dévonienne du Bassin de la Basse Loire. (*Bull. Soc. Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 3e sér., I, pp. 1-41 ; pl. I-IV ; juin 1914).

(2) A. Carpentier : *op. cit. Bull. Soc. Geol. France*, S. 4, XIX, p. 268, 1920.

(3) *Rh. Machaneki* in Karl Oberste-Brink. *op. cit. Jahrbuch der Königl. Preuss. geologischen Landesanstalt*, XXXV, T. I, Hft. 1, 1914, p. 107.

recueilli depuis dans un autre gisement de pierre carrée, entre Chalonnes et Rochefort (Maine-et-Loire) (1). Les feuilles, d'après E. Bureau, peuvent atteindre une très grande taille. Ce n'est qu'avec doute que nous avons rangé cette plante dans le g. *Sphenophyllum*. Il est possible qu'elle doive constituer un genre nouveau et se placer non loin des *Cordaitales*. Parmi les *Calamariées*, signalons, outre la fréquence des *Calamites* et des *Bornia*, une espèce nouvelle de *Calamostachys*, *C. occidentalis*, différant du *Palæostachya pedunculata* Scott. par les feuilles plus longues et les épis non pédonculés et une forme de *Bornia* à épi cylindrique, décrit sous le nom de *Bornia pachystachia*. L'*Equisetum antiquum* a été dès longtemps signalé (1885) par Edouard Bureau.

Les empreintes filicoïdes du *culm* supérieur de la Basse-Loire sont assez fréquentes. E. Bureau a compté 30 espèces et plusieurs formes ou variétés et les a nettement séparées en deux groupes, *Fougères* et *Ptéridospermées*. Etant donné la connaissance insuffisante que nous avons des organes reproducteurs de beaucoup de ces plantes, il vaut mieux les faire rentrer sous la rubrique générale de plantes filicoïdes (*Filicinées* et *Cycadofilicinées*). De plus, il faut encore faire remarquer que les fossiles du *culm supérieur* de la Basse-Loire n'ont pas été recueillis en tenant compte des niveaux stratigraphiques et il me semble probable que plusieurs des empreintes, rapportées au *culm supérieur*, et provenant de Saint-George-sur-Loire, puits du Port-Girault (*Palmatopteris furcata*, *Nevropteris Schlehani*, *Mariopteris acuta*), par leur association même paraissent bien indiquer un niveau plus élevé (*Westphalien inférieur*). Les espèces les plus communes, surtout à Mouzeil, sont le *Sphenopteris Dubuissoni* Brgt. et le *Sph. adiantoides* Schl. (*Sph. elegans* Brongt.), *Sph.* (*Diplotmema*) *dissectum* Brgt. Le *Sphenopteris hermudensiformis* Schloth. (= *Sph. distans* Brgt., Bureau) n'est pas rare à Beaulieu (Maine-et-Loire) où nous avons eu l'occasion de signaler aussi des empreintes de *Rhacopteris* voisines du *R. inæquilatera* (Goep.) Schimp. (2). Edouard Bureau attribue au genre *Hymeno-*

(1) A. CARPENTIER : Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la Basse Loire (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4e sér., XVIII, p. 241, pl. III, pl. IV, fig. 1, 2, 3. 1918).

(2) A. CARPENTIER : Notes paléophytologiques sur le carbonifère du Bassin de la Basse Loire (*Revue générale de Botanique*, XXXI, p. 11 ; pl. III, fig. 8. 1919).

phyllum de petites plantes filicoïdes, non rares dans la pierre carrée de Montjean ; malheureusement la structure des fructifications demeure inconnue et l'attribution générique ne peut être définitive. L'auteur range dans le genre *Senftenbergia* le *Pecopteris plumosa*, considéré souvent comme une forme du *Pec.* (*Dactylotheca*) *dentata* Zeiller et classe le *Sphenopteris moravica* dans le genre *Zeilleria* de Kidston. Cette dernière fructification et d'autres rapportées par E. Bureau à divers *Sphenopteris* (*Calymmatotheca Dubuissoni, C. tenuifolia, C. Grand'Euryi*) sont attribuées aux *Ptéridospermées*, de même que des graines à 6 côtes (*Hexagonospermum*, de petites graines globuleuses à 12 côtes (*Rhabdocarpus globosus* Bureau) et d'autres elliptiques, atténuées en un bec micropylaire (*Rhabdocarpus Bochschianus* Gœp. et Berg.). Les *Nevroptéridées* sont rares ; d'après E. Bureau, le *N. antecedens* Stur, espèce du *culm* de Moravie et Silésie, n'a été sûrement rencontré que deux fois. L'une des localités signalée est Mouzeil (puits de la Tardivière), où nous avons recueilli des fragments de pennes caractéristiques en 1919.

La mémoire d'Edouard Bureau fournit donc des documents nombreux et de grande valeur pour l'étude comparée du *culm supérieur* de l'Europe occidentale et de la Moldavie-Silésie. Les gisements d'Ostrau et de Waldenburg possèdent en commun avec ceux de la Basse-Loire : *Dactylotheca aspera*, *Diplotmema adiantoides* (= *D. elegans*), *D. Schonchnecki*, *Calymmatotheca divaricata*, *Nevropteris Schlehani*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Lepidodendron Volkmannianum*, *Borria*, etc. Les *Lycopodinées* semblent être plus variées dans la flore de la Basse-Loire. Edouard Bureau considère comme synchroniques du *culm supérieur* de la Basse-Loire les formations de base du *Carbonifère inférieur productif* (*Unter productiv. Carbon*, Potonié, Gothan) de Haute et de Basse Silésie et les schistes de Baudour (H'a des géologues belges), dont la flore nous est connue par les études de M. A. Renier (1906). Un bon nombre d'espèces sont communes à Baudour et à Mouzeil ; cependant jusqu'ici le genre *Alethopteris* n'est pas signalé dans les schistes de Mouzeil et deux espèces (westphaliennes) sont citées par M. Renier dans son étude sur la flore de Baudour.

Près de Teillé (Loire-Inférieure) le *culm supérieur* est surmonté régulièrement par la base du *Westphalien*. E. Bureau a découvert un lambeau de houiller de même âge, au Sud de la Loire, en Maine-et-

Loire, à Rochefort. De part et d'autre les *Cordaites* sont abondants : le gisement de Rochefort a fourni 18 espèces, dont 12 de plantes filicoïdes, entre autres : *Dactylotheca dentata*, *Mariopteris muricata*, *Alethopteris decurrens*, *Sph. furcata*. A l'Ecoulé, commune de Saint-Laurent-du-Mottay (Maine-et-Loire), dans un petit bassin houiller, situé au Sud du grand bassin carbonifère de la Basse-Loire, on a recueilli des folioles nettement déterminables du *Nevropteris gigantea*. Il est étonnant que jusqu'ici il n'ait pas été découvert de *Sigillaria* dans le *Westphalien* de la Basse-Loire.

E. Bureau range dans le *Stéphanien* le houiller de Minières, près de Doué-la-Fontaine et de Saint-Georges-Chatelaison (Maine-et-Loire), il n'a été observé qu'une espèce, que Brongniart a signalée autrefois sous le nom de *Cannophyllites Virletii* et que Bureau rapporte au genre *Megalopteris* Dawson ; la même espèce a d'ailleurs été recueillie également dans le bassin houiller de Kergogne (Finistère).

Récemment M. Picquenard (1) a établi la liste des plantes fossiles de ce bassin de Kergogne et de celui de Quimper (Finistère). La flore du bassin de Quimper comprend 16 espèces, dont plusieurs stéphaniennes (*P. arborescens*, *P. unita*) et d'autres à affinités westphaliennes (*Sphenopteris obtusiloba* Brongt); elle se placerait, d'après M. Picquenard à la base de la formation stéphanienne. La flore du bassin de Kergogne serait plus récente. Pour en préciser l'âge, on devra tenir compte des zones paléontologiques reconnues dans le *Stéphanien* par M. P. Bertrand et sur lesquelles nous avons attiré l'attention.

A Melesse, près de Quenon (Ille-et-Vilaine), M. Bézier (2) a trouvé des empreintes végétales, parmi lesquelles E. Bureau a reconnu l'*Eremopteris artemisiæfolioides*, indiquant probablement selon lui un horizon *westphalien*.

BELGIQUE

La synthèse et la mise au point de toutes les connaissances acquises sur le terrain houiller belge, voilà ce que M. Renier,

(1) Ch. PICQUENARD : Sur la flore fossile des bassins houillers de Quimper et de Kergogne (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLXX, pp. 55-57; 5 janvier 1920).

(2) T. BÉZIER : Sur l'existence d'une florule carbonifère (westphalienne ?) à Melesse (Ille-et-Vilaine) (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLVIII, pp. 2021-2022, 29 juin 1914).

Chef du Service géologique de Belgique, s'est proposé de donner dans un important ouvrage en cours de publication : *Les gisements houillers de la Belgique* (1). Plusieurs chapitres déjà parus nous renseignent sur la distribution générale des gisements houillers belges, les divisions et légendes stratigraphiques, les roches et minéraux, les rapports du Houiller de Belgique et des autres bassins du monde, le mode de formation du terrain houiller et ses particularités tectoniques. Il ne peut être ici question que des pages consacrées à la paléontologie végétale et à ses applications à la stratigraphie houillère. Le chapitre IV traite tout spécialement des échelles et légendes stratigraphiques, dont M. Renier a donné d'autre part l'historique au complet (2). La légende qui lui paraît devoir être adoptée et dont les grands traits sont dus à M. Stainier (1901, 1905), est la suivante :

Stéphanien. (manque)			
Westphalien (d'après de Lapparent et Munier Chalmas)	Supérieur	Assise de Flénu.	*Asolanus camptotænia.*
		— Charleroi.	*Lonchoptoris Bricei,*
		— Chatelet.	*Nevropteris Schlehani.*
	Sommet du poudingue houiller.		
	Inférieur	Assise d'Andenne.	*Pecopteris aspera*
		— de Chokier.	*Adiantites longifolius*
Dinantien (de Lapparent et Munier Chalmas)	Viséen. Calcaire carbonifère (3).		

Nous avons de bonnes raisons de croire que la comparaison minutieuse de la flore du *Westphalien inférieur* (ainsi compris) avec

(1) A. Renier : Les gisements houillers de la Belgique, chapitres I-V, *Annales des Mines de Belgique*, XVIII, 3e livraison, pp. 755-779, pl. I-V, 1913 ; ch. VI-VII Ibid., XIX, 1e livr. pp. 3-35, 1914 ; ch. VIII, Ibid., XX, 1e livr. pp. 227-258, 1919 ; ch. IX, ibid., XX, 2e livr., p. 433-540, 1919 ; ch. X, XI (pars), ibid, XX, 3e livr., pp. 871-975, pl. V-VI, 9 fig. dans le texte, 1919 ; ch. XII, ibid., XXII, pp. 427-490, 12 fig., 1921 ; chap. XVIII-XXIII, ibid., XXII, pp. 49-183, pl. IX, 1921 ; ch. XXIV, ibid., XXI, pp. 923-951, 1920 ; annexe I, liste bibliogr., ibid., XXI, pp. 423-680. 1920.

(2) A. Renier : L'échelle stratigraphique du terrain houiller de la Belgique. (*Bull. Soc. belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, Mém.* t. XXVI, pp. 120-157 ; 1 tableau recapitulatif. 1912).

(3) Sur le calcaire carbonifère belge, ses divisions, voir surtout : G. Delépine, Recherches sur le Calcaire carbonifère de la Belgique, *loc. cit.*, 1911, p. 337.

celles du *Culm supérieur* de la Basse-Loire et de l'*Unter. prod. Carbon* de Silésie amènera à distinguer un étage, à flore ayant ses caractères spéciaux, sous l'assise de Chatelet : étage plus ou moins assimilable au *Sudétien* de Frech (1).

Les caractères de la flore de l'assise de Chokier ont été définis par M. Renier, dès 1906, dans la localité de Baudour où il a signalé : *Sphenophyllum tenerrimum, Asterocalamites scrobiculatus, Nevropteris antecedens* (persistant du *culm*), *Adiantites oblongifolius, Sphenopteridium, Sphenopteris Gœpperti, Sphenopteris bithynica* Zeiller. Cette dernière espèce est, d'après M. Renier, identique au *Mariopteris laciniata* Potonié, contrairement à l'opinion de M. Gothan (2).

Dans l'assise d'Andenne les *Sigillariées* font leur apparition avec le *Sigillaria Schlotheimi*. Les empreintes les plus abondantes sont celles du *Pecopteris aspera*, du *Sphenophyllum tenerrimum*, du *Lepidodendron Veltheimianum*.

L'assise du Chatelet est encore relativement pauvre en fossiles végétaux, si on la compare aux assises supérieures. Notons l'abondance du *Nevropteris Schlehani* et la présence de *Sphenopteris Baumleri, Sph. Hœninghausi, Mariopteris acuta, Alethopteris lonchitica, Calamostachys Ludwigi, Sigillaria elegans*.

« L'assise de Charleroi possède une flore des plus riches. Elle a d'ailleurs une puissance considérable... A partir de la base, on rencontre successivement *Sigillaria rugosa* Brongt., *Sphenopteris Schumanni* Stur, *Sphenopteris Laurenti* Andræ, *Linopteris nevropteroides* Gein. f. *major*, *Lonchopteris rugosa* Brongt., *L. Bricei* Brgt ; *Corynepteris coralloïdes* Gutb., *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin.

L'assise de Flénu se caractérise par l'abondance d'un grand nombre d'espèces qui se rencontrent déjà dans l'assise de Charleroi, tout au moins vers le sommet ; tels sont *Asterophyllites equisetiformis* Schloth., *Nevropteris tenuifolia* Schloth., *Linopteris obliqua* Bunbury, et même *Asolanus camptotænia*. Elle possède d'ailleurs des espèces qui lui sont propres, par exemple : *Sphenopteris artemi-*

(1) F. Frech : Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte, 165 S., 7 Karten und Profilen, 18 Textfiguren, Stuttgart, 1912. Référence spéciale : p. 24 p. 58.

(2) A. Renier : Idendité de *Sphenopteris bithynica* Zeiller et *Mariopteris laciniata*. Potonié, *Ann. Soc. Scientifique de Bruxelles*, t. XXXVI, pp. 1-12, 1 planche, 1912. — W. Gothan : Die oberschlesische Steinkohlenflora *Abh. d. königl. preuss. geolog. Landesanst.*, N. F. Hft. 75, p. 99. 1913.

siæfolioides Crépin, *Mariopteris latifolia* Brgt., *Alethopteris Serli* Brgt., *Linopteris Munsteri* Eichwald, *Desmopteris longifolia* Sternb... » (1)

Dans un chapitre particulier (VIII) de son mémoire, M. Renier donne l'état actuel de la question des rapports stratigraphiques du bassin houiller belge avec les bassins voisins et d'autres plus éloignés.

La question des relations stratigraphiques entre les divers bassins houillers d'Europe et même de toute la terre a d'ailleurs fait de réels progrès ces dernières années et on a pu dresser des tableaux comparatifs, en se basant sur les résultats des recherches paléontologiques. (2)

En ce qui concerne les divisions du bassin houiller du Nord et celles qui leur correspondent en Belgique on lira avec le plus grand intérêt les conclusions de M. Pruvost (3). L'assise du Chatelet correspond, d'après lui, au faisceau d'Olympe (base de l'assise de Vicoigne (Nord); la partie inférieure de l'assise de Charleroi est synchronique du faisceau de Modeste (sommet de l'assise de Vicoigne). « L'assise des Flénus belges qui surmonte celle de Charleroi doit être assimilée, d'après les caractères actuellement reconnus de sa faune, au sommet de l'assise d'Anzin (Nord) et à la partie inférieure (non à la totalité) de celle de Bruay. » (4). Nous ne pouvons que rappeler ici que les lits à fossiles marins ont été recherchés et analysés par MM. J. Cornet, Fourmarier, Stainier, Renier et que les mêmes géologues ont publié de remarquables travaux sur la structure du bassin belge dans la région de Boussu et dans la partie

(1) A. Renier : Les gisements houillers de la Belgique, ch. V, pp. 772-774, 1913.

(2) A. Renier : Les méthodes paléontologiques pour l'étude stratigraphique du terrain houiller (*Rev. univ. Mines, Métallurgie, Trav. publics, Sc. et arts...*, 4 sér., XXI et XXII, pp. 88-89, 1908) — W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht : The deeper geology of Netherlands... *Mededeeling Rijksopspor. Delfstof.*, n° 2, pp. 254-289, pl. III, 1909.

W. Gothan : Pflanzengeographisches aus der paläozoischer Flora mit Ausblicken auf die mesozoischen Folgelflora. I Th. (*Botanische Jahrbücher*, Bd. 52, Hft. 3, S. 240-241, 1915). — P. Pruvost : Introduction à l'étude du Terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais (*Mém. Carte géol. de France*, 1909, p. 318).

(3) P. Pruvost : La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France... (*Compte Rendu, XII° sess. Congr. géol. internat.*, p. 932, 1913).

(4) G. Ch. Barrois et P. Pruvost : Les divisions stratigraphiques du terrain houiller du Nord de la France (*C. R. Ac. Sc. Paris*, CLXVIII, p. 650, 31 mars 1919).

méridionale du Hainaut, où de nombreux sondages et travaux de recherche ont été exécutés ces dernières années.

Dans le *calcaire dinantien* du bassin de Dinant, à Yvoir, sur la rive gauche de la Meuse, M. A. Renier (1) a découvert des empreintes végétales : *Sphenopteris (Telangium ?) Dorlodoti* Ren., cf. *Asterocalamites scrobiculatus.*

Le même paléobotaniste a étudié la constitution du bassin houiller d'Anhée (Dinant) (2) ; on y voit reposer sur les bancs supérieurs du calcaire carbonifère (V_2 c de la carte géologique) les schistes du houiller stérile (H_1 a), dans lesquels M. Renier signale *Nevroptis antecedens* Stur, *Asterocalamites Lohesti* Renier (3) *Lepidodendron Rhodeanum.*

La série immédiatement superposée au poudingue houiller ou assise du Chatelet a été étudiée, dans le couchant de Mons, grâce au sondage de Sars-la-Bruyère. M. A. Renier (4) a reconnu *Sphenopteris Hœninghausi*, *Mariopteris acuta*, *Alethopteris lonchitica*, *Nevropteris Schlehani ;* la flore est pauvre et par ses caractères conforme à celle du même niveau dans les autres bassins houillers belges.

On doit à M. R. Kidston un mémoire sur les plantes fossiles du Hainaut belge formant la collection du Musée royal de Bruxelles (5). C'est une importante contribution à la connaissance du houiller belge, car le nombre des plantes décrites de cette collection ne comporte pas moins de 162 espèces, dont plusieurs nouvelles : *Lepidodendron simile*, *L. belgicum*, *Sigillaria cordiformis*, voisin du *S. nudicaulis* Boulay, *Sigillaria belgica* du groupe du *S. lævigata*, *Cordaicarpus nobilis*, En comprenant les espèces antérieurement décrites par Stur et celles que M. Kidston a examinées de la collec-

(1) A. Renier : Note sur quelques végétaux fossiles du Dinantien moyen de Belgique (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, II, *Mém.* in 4°, pp. 85-93, pl. X, 1910).

(2) A. Renier : Note préliminaire sur la constitution du bassin houiller d'Anhée (Dinant). (*Ann. Soc. geol. de Belgique*, XXXVII, B 62-65, 15 mars 1910).

(3) A. Renier : *Asterocalamites Lohesti* n. sp. du Houiller sans houille (H_1a) du bassin d'Anhée (*Ibid.*, II, *Mém.* in 4°, pp. 31-34, 1 1/2 pl., 1910).

(4) A. Renier. L'assise du Chatelet dans le bassin du Couchant de Mons. (*Ann. Soc. Géol. de Belgique*, T. XLI, 1919, B, 272-285).

(5) R. Kidston : Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge et se trouvant dans les Collections du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles. *Mém. Musée Royal Hist. Nat. de Belgique*, T. IV, 282 pages, 24 planches, 40 figures dans le texte (1909), paru le 28 février 1911.

tion Deltenre, la liste totale qu'il donne des plantes fossiles du bassin houiller du Hainaut belge compte 191 espèces, dont 133 existent dans la *Westphalian series* de Grande-Bretagne, 89 dans la zone moyenne de R. Zeiller et 78 dans la zone supérieure du Bassin de Valenciennes. Sans pouvoir préciser davantage, par suite de l'insuffisance de renseignements sur les veines et les niveaux exacts d'où proviennent la majeure partie des spécimens étudiés, M. Kidston admet « qu'il y a de bonnes raisons pour conclure que le bassin houiller du Hainaut belge correspond en âge (en tout ou du moins dans sa plus grande partie), aux *zones supérieure* et *moyenne* de Zeiller de la *Série Westphalienne* du bassin de Valenciennes et semble être identique à la *Wesphalienne* de la Grande Bretagne. » Outre ces conclusions générales sur l'âge du houiller du Hainaut, le mémoire de M. Kidston comprend des renseignements du plus grand intérêt scientifique : sur les *Pteridospermées* (graines du *Nevropteris heterophylla*, organes cupuliformes du g. *Zeilleria)* dont l'histoire est retracée en quelques pages suggestives, sur les *Renaultia* dont l'auteur distrait le nouveau g. *Boweria*, à sporanges pourvus d'un anneau à deux rangées de cellules ; sur les *Equisetales* (g. *Calamites*, *Asterophyllites)*, les *Lépidodendrées* (g. *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, *Bothrodendron*, *Pinakodendron*, *Asolanus*, *Sigillaria)*, les *Sphenophyllales* (*Sph. majus*), les *Cordaitales*. Les descriptions sont accompagnées de restaurations, en parties inédites ; à ce titre, le travail de M. Kidston pourrait se classer parmi les travaux généraux de paléobotanique.

« Dans une forme très concise, le mémoire de M. H. Deltenre constitue l'un des travaux les plus remarquables qui aient eté exécutés jusqu'à ce jour sur la stratigraphie du terrain houiller de la Belgique. » C'est en ces termes que M. A. Renier appréciait une étude paléontologique et stratigraphique de H. Deltenre sur la série houillère des charbonnages de Mariemont (1). Ce gisement est situé au milieu du *Bassin du Centre*, entre Mons et Charleroi, il comprend du Nord au Sud trois faisceaux séparés par des failles : le faisceau de Mariemont, le plus riche au point de vue industriel, le faisceau du Placard coincé entre deux failles (failles du Placard

(1) H. Deltenre : Recherches sur la stratigraphie, la faune et spécialement la flore de la série houillère des Charbonnages de Mariemont. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, XXXIX, *Mém.*, p. 497-521, 9 mai 1913.

et de Saint-Quentin), le faisceau de Saint-Eloi, au sud de la grande faille du Centre. L'ingénieur Briart, se basant sur des raisons géologiques, considérait ces trois faisceaux comme des fragments d'un même gisement primitif. Les recherches de M. Deltenre aboutissent à la même conclusion, précisent l'âge de cette série, établissent dans chacun de ces faisceaux de même âge l'existence de deux zones nettement caractérisées : zone inférieure à *Sigillaria elegans*. *Nevropteris Schlehani*, *Mariopteris acuta*, *Crossotheca Hœninghausi*, *Sphenopteris Schillingsi* et zone supérieure à flore riche et variée : *Sigillaria tessellata*, *Lonchopteris Bricei*, *L. rugosa*. *Linopteris obliqua*, *L. neuropteroides*, *Sphenopteris* (lato sensu divers ; on constate dans la zone supérieure l'apparition de *Nevroptis rarinervis*, *Annularia sphenophylloides*. La zone inférieure me paraît comparable à la division A^2 de R. Zeiller, et la zone supérieure à la zone moyenne (B^{2-3}) du bassin de Valenciennes.

Plusieurs spécimens de plantes fossiles provenant de la collection Deltenre font partie de l'album de photographies de végétaux houillers caractéristiques, publié sous la direction de M. A. Renier (1) avec la collaboration de M. René Cambieu, de H. Deltenre et du R. P. G. Schmitz. Ces auteurs « ont cherché à faciliter l'initiation de ceux qui, à un titre quelconque, peuvent être amenés à s'intéresser à l'étude détaillée des gisements de houille d'âge carboniférien. »

Les paléobotanistes belges n'ont pas seulement porté leur attention sur les empreintes, ils ont de plus recherché les végétaux à structure conservée. Le premier échantillon de ce genre qui ait été découvert en Belgique (2) est la région centrale d'un tronc à rapprocher des *Mesoxylon*, d'après C. Eg. Bertrand (3). Il se trouvait isolé dans un schiste, de même que le *Psaronius* à structure conservée que nous avons depuis signalé à Vicoigne (Nord de la France).

De véritables *coal-balls* ont aussi été découverts dans des veines qui ont un toit à fossiles marins : dans la veine Petit-Buisson du

(1) A. Renier : *Documents pour l'étude de la paléontologie du terrain houiller*, pp. 1-26 ; pl N^os^ 1-118 ; chez H. Vaillant-Carmanne, Liège, 1910.

(2) A. Renier : Premières découvertes de végétaux à structure conservée dans le terrain houiller belge. (*Ann. Soc. Géol. de Belgique*, XXXVII, B. B. 10-14, 31 août 1911).

(3) Cf. P. Bertrand : Découverte de végétaux houillers à structure conservée en Belgique et en Russie. (*Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIV, pp. 99, 1910).

Borinage, par M. A. Renier ; dans la veine Sainte-Barbe de Floriffoux, à quarante mètres au-dessus du poudingue houiller (H_1 c des géologues belges) et M. Bellière (1) a reconnu dans ces nodules : *Etapteris Scotti* P. Bertrand, *Lepidodendron* cf. *Harcourtii*, *Sphenophyllum* cf. *plurifoliatum* etc... MM. Humbert et J. de Dorlodot ont également signalé des gisements à coal-balls (2).

HOLLANDE

A diverses reprises, M. Jongmans a publié les résultats, intéressants pour la paléobotanique, des sondages effectués dans le Limbourg hollandais pour la recherche du charbon (3). Il a récemment établi la synthèse de toutes ces données dans un mémoire, où se trouve aussi discutée la question du parallélisme avec le bassin franco-belge et le bassin de Westphalie (4). Deux régions ont été étudiées par sondages : le Peel et le Limbourg méridional. M. Jongmans a reconnu l'existence de quatre groupes principaux dans le houiller hollandais ; ce sont en commençant par la base :

1. Le *Baarlo-groep* à *Nevropteris Schlehani*, équivalent, d'après l'auteur, aux charbons maigres de Westphalie.

2. Le *Wilhelmina-groep*, à *Nevropteris microphylla*, *N. obliqua*, *Linopteris*. A la base de ce groupe se placerait le niveau *Sonnenschein* de Westphalie, à sa partie supérieure un niveau à Lingules correspondrait au niveau *Catharina* (Westphalie) ou *Petit-Naviron* (Liège-Seraing, Belgique) ; ce groupe est riche en houille.

(1) M. Bellière : Sur la présence de concrétions du type des coal-balls dans le terrain houiller belge. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, XLII, B. 126-132, 1919).

(2) Cf. Humblet et J. de Dorlodot in (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, XLII, B. 132, 1919).

(3) W.-J. Jongmans : Das Vorkommen der fossilen Pflanzen im Kohlenbecken van Süd-Limburg (*Mededeelingen van's Rijks Herbarium*, pp. 61-73, Leiden, 1910) — Over zijne palaeobotanische Onderzockingen... (*Jaarv. der Rijksopsporing van Delfstoffen* ; 1912, pp. 95-152 ; 1913, pp. 109-110) — Voir aussi : Gothan W. und W. J. Jongmans : Bemerkungen über einige der in den niederländischen Bohrungen gefundenen Pflanzen (*Arch. f. Lagerstättentorsch*, 18 ; pp. 159-183 ; 6 Taf. 1915).

(4) W. J. Jongmans : Stratigraphie van het Nederlandsch Productief Carboon (*Eindverslag over de Onderzoekingen en Uitkomsten van den Diest der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland*, 1903-1916 ; 1918, pp. 158-347, 27 pl., 27 fig. dans le texte) Amsterdam.

3. Le *Hendrik-groep* qui comprend à sa base plusieurs veines de houille et qui est caractérisé par la fréquence du *Nevropteris tenuifolia*, la présence du *Nevropteris callosa*. A son sommet un niveau marin est assimilé au niveau Petit Buisson (Mons).

4. Le *Maurits-groep*, zone à nombreuses empreintes de *Nevropteris callosa*. M. Jongmans, pour comparer ces divers groupes et zones avec ceux des bassins houillers voisins, a utilisé la présence de lits marins, au sujet desquels M. Renier a fait quelques remarques (1).

ALLEMAGNE. EUROPE CENTRALE

M. Frech a résumé les connaissances acquises, en 1912, sur les bassins houillers d'Allemagne, leurs plis, leur âge, leur avenir (2). On ne peut accepter sans réserve certaines listes de plantes et le tableau des corrélations proposées par cet auteur (3).

M. Gothan, dans un article déjà cité de géographie paléobotanique sur les bassins houillers de l'Europe moyenne, examine dans un même paragraphe les bassins de la Rühr, du Rhin, d'Aix-la-Chapelle, de Hollande, et du bassin franco-belge. Il note en particulier que les *Lonchopteris* n'ont été rencontrés que dans les bassins paraliques encadrés par les chaînes varisques et souligne aussi ce fait dans un essai de parallélisme entre les principaux bassins houillers de l'Europe moyenne.

Le bassin de la Rühr, en Westphalie, comprend de la base au sommet les *Magerkohlen*, *Fettkohlen*, *Gaskohlen*, *Gasflammkohlen*. Sur la flore des couches les plus anciennes des *Magerkohlen* (veines *Wasserbank*, *Hauptflöz*) Potonié et M. Gothan ont apporté des précisions (4). Le *Nevropteris Schlehani*, le *Sphenopteris Bäumleri*, le *Mariopteris acuta* caractérisent les couches les plus profondes (*Westphalien inférieur*).

(1) A. Renier, *op. cit*,, *Les gisements houillers...*, VIII, pp. 244-245, 1919.

(2) F. Frech : Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte ; in 4°, 175 S., 7 Karten und Profilen, 18 textfig. ; E. Schweizerbart, Stuttgart, 1912.

(3) Cf. W. Gothan in *Botan. Centralblatt*, CXXII, N° 18, S. 425, 1913.

(4) Cf. P. Krusch : der Südrand des Beckens von Münster zwischen Menden u. Witten auf Grund der Ergebnisse d. géologischen Spezialaufnahmen (*Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst für* 1908. XXIX, Heft 1, S. 60-61).

M. Gothan (1) a donné une contribution à l'étude des fougères de la Rühr. Il décrit de beaux spécimens fertiles de *Renaultia gracilis*, d'*Urnatopteris tenella* et de *Sphyropteris Frankiana* nov. sp. dans l'*Untere Fettkohle* de la région de Dortmund ; à son avis le *Nevropteris rarinervis* a été jusqu'ici signalé à tort dans le houiller de la Rühr par Cremer et d'autres.

MM. Jongmans et Kukuk (2) ont, de leur côté, recherché les documents intéressant les *Calamariacées* du houiller de *Westphalie* et qui se trouvent dispersés dans diverses collections. Aidés par la longue expérience de M. Kidston (3) ils ont pu distinguer de nouvelles espèces ou formes et publier un tableau résumant la distribution verticale des espèces, à travers toute la série *westphalienne*. Citons, d'après ces auteurs, comme particuliers au *Maggerkohle* *Calamites discifer* Weiss et *Paracalamostachys minor* Weiss, au *Fettkohle C. Sachsei*, plusieurs *Palaeostachya*, *Asterophyllites lycopodioides* Zeiller, au *Gaskohle C.* cf. *infractus* Gutb. Dans le houiller de Piesberg, près Osnabruck et de Ibbenburen, correspondant au sommet du Westphalien, les espèces ou formes spéciales sont : *Annularia stellata ; Asterophyllites equisetiformis* f. *Schlotheimi* Jongmans et Kidston, *Equisetites zeaeformis* Schloth. La comparaison détaillée de ces résultats et de ceux que fournit l'étude des *Calamariacées* du Nord de la France sera aussi d'un bon appoint pour la connaissance du *Westphalien*.

Les fougères et plantes filicoïdes ont fait l'objet de deux mémoires, l'un de M. Oberste-Brink sur le *Culm (Carbonifère inférieur*, I *Carbon Flora. Untercarbon* (2 Flora) de Potonié), l'autre de M. Gothan sur le *Carbonifère inférieur productif* et le *Westphalien* de Haute-Silésie, le premier est plutôt une révision de travaux antérieurs, le second est une monographie de la flore carbonifère de Haute-Silésie.

(1) W. Gothan : Einige bemerkenswerteneuere Funde von Steinkohlenpflanzen in der Dortmunder Gegend (*Verhandl. d. Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens*, Jahrg, 69, S. 239-253; Taf. III-V, 1912).

(2) W. Jongmans und P. Kukuk : Die Calamariaceen des Rheinish-Westphälischen Kohlenbeckens (*Mededeelingen van's Rijks Herbarium Leiden*, N° 20, 89 p., Taf. 1-22 ; 16 Textfig. 1913).

(3) Voir aussi : Kidston R. and W. J. Jongmans : A monograph of the Calamites of Western Europe Text. part I, pp, 1-207. (*Meded. van de Rijksosporing van Delfstoffen*, n° 7, s' Gravenhage, 1917).

M. Oberste-Brink (1) a passé en revue toutes les espèces ou formes d'empreintes filicoïdes qui ont été citées ou décrites en Europe par Gœppert, Ettingshausen, Stur, Schimper, Potonié. M. Kidston, Vaffier. L'auteur n'a pas eu connaissance des travaux de Nathorst et d'Edouard Bureau (1914).

Sur 50 espèces, 24 appartiennent aux *Archaeopteridées* (terme pris dans l'acception de Potonié) : *Cardiopteris frondosa ;* 11 espèces de *Sphenopteridium, Sph. dissectum* (Goep.) Schimp., *Sph. Dawsoni* (Stur) Potonié, *Plumatopteris elegans* Kidston, *Sph. palmatopteroides*, espèce nouvelle de Basse-Silésie à pinnules très découpées, laciniées. *Sph. Schimperi* (Gœpp.) Schimp. et un *Sphenopteridium* voisin, le *Sph. transversale* nov. sp. de Moravie, dont les frondes ont un port plus lâche, des rachis se ramifiant sous des angles plus ouverts que chez le *Sph. Schimperi, Sph. Macconochiei* Kidston, *Sph. Haueri* Stur, etc... Le genre *Adiantites* est représenté par plusieurs espèces : *A. tenuifolius, A. Machaneki* Stur, *A. bellidulus*, ce dernier du Spitzberg et de cette même provenance M. Nathorst a ajouté (1914) : *Adiantites Geinitzii* et *B. longifolius*. Au genre *Rhacopteris* appartiennent 8 espèces : *R. transitionis* Ett., *R. inaquilatera, R. paniculifera* Stur, de Moravie, Silésie, Bavière etc. et les *R. subcuneata, R. flabellata, R. Geikiei,* espèces établies par M. Kidston sur des empreintes du *Culm* d'Ecosse et d'Angleterre.

Après les *Archæopteridées* viennent les *Sphénoptéridées* qui ne comptent pas moins de 21 espèces : 7 espèces de *Rhodea, R. patentissima, R. moravica* Stur, *R. bifida* Lindl. et Hutt., etc. etc. : 11 espèces de *Sphenopteris*, dont le *Sph. affinis* Lindl. et Hutt.

Les *Névropteridées* ne sont pas fréquentes. On ne cite guère avec certitude que le *Nevropteris antecedens*. Il en est de même des *Pécopteridées* qui ne sont représentées que par le *Pecopteris aspera*. Ajoutons à cet ensemble une espèce d'*Alloiopteris, A. quercifolia*.

L'auteur a résumé en quelques pages les connaissances acquises sur la distribution des empreintes filicoïdes (*Fougères*, Ptéridospermées) dans les divers gisements d'Europe : Moravie-Silésie, Basse Silésie, Saxe, Thuringe, Bavière, Nassau ; bords du Rhin, Forêt-

(1) Karl Oberste-Brink : Beiträge zur Kenntnis der Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. *Jahrbuch der Königl. Preuss. Geologischen Landesanstalt,* Bd. XXXV, T. I., Heft. 1, S. 63-153, T III-VII, 1914.

Noire, Vosges, Mâconnais, Angleterre, Ecosse, Spitzberg et Groenland Les espèces les plus fréquentes dans l'ensemble sont : *Cardiopteris frondosa*, *Sphenopteridium dissectum*, *Adiantites tenuifolius*, *Rhodea moravica*, *Calymmatotheca bifida*. Mais la flore est loin d'être uniforme, il existe des localités, des espèces ou formes particulières à telle ou telle région. Si l'on prend pour exemple de *Culm* (type Europe centrale) les gisements de Moravie-Silésie, qui ont fourni 29 espèces de plantes filicoïdes, et ceux de Basse-Silésie, qui en ont donné 19, on relate comme espèces plus communes : *Cardiopteris frondosa*, *Adiantites tenuifolius*, *Nevropteris antecedens* dans les premiers gisements et *C. frondosa*, *Sph. dissectum*, *Sph. Schimperi* en Basse-Silésie.

Ajoutons ici quelques découvertes relatives au *Culm* allemand ; celle d'un bois charbonneux de gymnosperme (*Araucarites*, d'après M. Gothan) dans des grauwackes du Nord de la Saxe, autrefois rangées dans le Silurien inférieur (1) ; celle de spécimens à structure conservée dans des nodules phosphatés d'Oettersdorf (Thuringe). M. Hörich (2) qui a étudié des coupes de ces nodules, a distingué un *Rachiopteris* et un *Dadoxylon*, *D. ptimigenium* Unger. Les nodules à structures conservées de Saalfeld (Thuringe) sont de même âge.

L'étude approfondie de M. Gothan (3) sur les plantes filicoïdes (*Fougères*, *Cycadofilicinées*, *Ptéridospermées*) de la Haute-Silésie ne constitue que la première partie d'un travail d'ensemble sur la question. L'auteur adopte la classification de M. Michael (4), dont voici les principales divisions du sommet à la base :

(1) Cf. P. J. Bejer : Culmkohle in der nordsächsischen Grauwackenformation (*Centralbl. Miner. Geol. u. Paläont.*, 1914, N° 12, S. 361-365, 2 Fig.) — W. Gothan in *Botan. Centralbl.* Bd 128. Nr. 12, p. 324, 1915 — E. Weise : Beitrag zur Geologie der nordsächsischen Grauwackenformation (*Zeitschr. d. deutsch geol. Ges.*, LXV, S. 587, 1915).

(2) O. Hörich : Einige strukturbietende Pflanzenreste aus deutschen Culm und Devon. (*Jahrb. d. Königl. Preuss. Geolog. Landes.*, XXXVI, Th. I, Heft. 3, S. 517-521 ; Taf. 28, Fig. 6 et 7, 1915).

(3) W. Gothan : Die Oberschlesische Steinkohlenflora. I Th. Farne und farnähnliche Gewächse. *Abhandl. k. preuss. geol. Landesanst.*, N. F., Heft 75, 278 pages, 53 planches, 17 fig. dans le texte, 1913.

(4) R, Michael : Die Gliederung der oberschlesischen Steinkohlenformation. *Jahrb. Kgl. preuss. geol. Landesanst.* für 1901, XXII, 3, pp. 317-340, 1902.

C. Muldengruppe (couches supérieures au Sattelflöze)
b) Couches de Nicolaïer (i. e. Lazisk, Nikolaï, Zalenz).
a) Couches de Rudaer.

B. Sattelgruppe
Etage supérieur.
— inférieur.

A. Randgruppe (sous les Pochhammerflöze).
b) Couches supérieures d'Ostrau (Subdivision supérieure).
Etage supérieur.
— inférieur.
a) Couches inférieures d'Ostrau (Subdivision inférieure).
Etage supérieur.
— inférieur.

Westphalien

Carbonifère inférieur productif

Le *Randgruppe* dans ses formations tout à fait inférieures comprend encore quelques formes survivantes du *Culm* (*Nevropteris antecedens* Stur, *Sphenopteridium Dawsoni* Stur, sp.), mais dès sa base également apparaissent des types caractéristiques des lits homotaxiques de Waldenburg (Basse-Silésie) : *Sphenopteris dicksonioides* Gœp., *Diplotmema bermudensiforme* Schloth. (= *Sph. distans*), *D. adiantoides* Schl., (= *Sph. elegans*), *D. dissectum* Brongt. L'une des caractéristiques de ce groupe, c'est le développement des *Sphenopteris* du groupe *Sph. Hœninghausi*, à faisceaux fibreux corticaux du type *Dictyoxylon*, les *Sph. Larischi, Sph. Schlehani, Sph. Bartoneci* de Stur et surtout le *Sphenopteris Stangeri*, que M. Gothan distingue du *Sph. Dubuissoni* Brgt., et qui se rencontre dans toute l'épaisseur du *Randgruppe*. La limite supérieure de ce groupe est nettement tranchée, elle passe sous le *Pochhammerflöz*, à un niveau où l'on a découvert *Alethopteris parva* Potonié, *Nevropteris Bohdanowiczi* Zalessky, *N. Kosmanni* Pot., *Rhodea tenicis* n. sp., ces deux dernières espèces communes dans la subdivision supérieure du groupe.

Le *Sattelgruppe* est donc de ce fait nettement défini à sa base. Il peut y avoir un peu d'hésitation pour en délimiter le sommet. Il paraît bien exister une zone de transition. Le Sattelgruppe comprend de la base au sommet les *Pochhammerflöz, Heinitzflöz, Schuckmanflöz, Einsiedelflöz;* or, des espèces qui se développent dans le *Mulden-*

gruppe (Sphenopteris Bäumleri, Alloiopteris Essinghi, Pecopteris plumosa) font déjà leur apparition dans le *Schuckmanflöz*, où de plus la présence du *Pecopteris pennæformis* est digne de remarque. La présence de deux espèces caractéristiques et mêmes endémiques est à relever dans les lits intermédiaires, entre les *Heinitzflöz* et *Schûkmanflöz*, mais dans l'ensemble les empreintes de plantes filicoïdes ne jouent qu'un rôle secondaire relativement à celui des *Lépidophytes* et des *Calamariées*.

Leur rôle est au contraire de tout premier ordre dans le *Muldengruppe*. Les plus fréquentes et les plus importantes sont ici : *Sphenopteris Bäumleri, Alloiopteris coralloides, A. Essinghi, A. Sternbergi, Zeilleria Frenzli, Discopteris karwinensis, D. Vüllersi, Renaultia Schwerini, Mariopteris muricata, Pecopteris pennæformis, P. plumosa, P. Miltoni, Margaritopteris pseudocæmansi* n. g. n. sp., *Lonchopteris silesiaca* n. sp., *L. rugosa, L. Bricei, Linopteris obliqua, Nevropteris Schlehani, N. gigantea*. Ces deux dernières espèces sont particulièrement développées à la base du *Muldengruppe*, dans les couches de Rudaer. Plus haut, dans les couches de Nicolaïer, M. Gothan signale un horizon à *Lonchopteris*. Ce genre est représenté par plusieurs espèces, homœomorphes des espèces d'*Alethopteris* westphaliennes ; plusieurs espèces sont nouvelles *L. Haliciensis, L. silesiaca*, celle-ci fréquente dans la partie supérieure des *Muldengruppe*. Remarquons dans ce même groupe le *Sphenopteris striata* n. sp. (= *Sph. obtusiloba* Zeiller), deux genres nouveaux, le genre *Tetrameridium* créé pour désigner un nouveau type de fougère, à sores sphériques, constitués de quatre sporanges et situés au bord des folioles sphénoptéroïdes ; le genre *Margaritopteris* à frondes se divisant rapidement en deux ailes quadripennées dont les ultimes divisions à limbe renflé, sans nervation apparente, ont une large base d'insertion (type *Eupecopteris*).

M. Gothan appelle *couches de Chelm* (nom d'une localité minière, Sud-Est de la Haute-Silésie) les formations houillères qui reposent sur les couches de Nicolaier des mines de Brade (région de Lazisk). La flore est celle de la zone supérieure (C. de R. Zeiller) du Pas-de-Calais. On y remarque *Nevropteris ravinervis, Linopteris obliqua, Pecopteris pseudovestita, Sphenophyllum emarginatum, Annularia sphenophylloides*.

Le même auteur dans le mémoire précité et dans plusieurs

notes (1) a traité la question des rapports entre les flores des divers bassins houillers d'Europe.

M. Gothan a d'abord examiné les rapports des deux bassins voisins, de Haute et de Basse-Silésie (2). De part et d'autre, les formations qui correspondent au *Muldengruppe* ont un certain nombre d'espèces communes : *Nevropteris gigantea* et *N. Schlehani*, *Lonchopteris rugosa*, *L. Bricei*, *Mariopteris muricata*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Pecopteris Miltoni*, *P. plumosa* ; de même les formations du *Randgruppe* ont en commun dans les deux régions : *Sphenopteris adiantoides*, *Alloiopteris bermudensiformis*. Mais il y a des formes particulières, des espèces endémiques, telles *Alethopteris parva*, *Rhodea tenuis*, *Nevropteris Kosmanni*, spéciales au *Randgruppe* de Haute-Silésie. *Lonchopteris silesiaca*, caractéristique en Haute-Silésie, manque en Basse-Silésie où *L. conjugata* le remplace. Ces divergences entre des bassins voisins sont difficiles à expliquer.

La flore de Haute-Silésie a bien des formes communes avec les flores des bassins de la Rühr et des autres bassins situés plus à l'Ouest (Aix-la-Chapelle, Belgique, Nord de la France, Angleterre) : *Sphenopteris obtusiloba*, *Sph. striata*, *Sph. Sauveuri*, *Palmatopteris furcata*, *Alloiopteris* (plusieurs espèces), *Mariopteris muricata*, *Pecopteris Miltoni*, *P. plumosa*, les *Lonchopteris* qui caractérisent un horizon des *Muldengruppe* et s'étendent latéralement dans les autres bassins jusqu'aux bassins houillers de Belgique et du Nord ; les *Nevropteris gigantea*, *N. Schlehani*, qui sont accompagnés de plusieurs espèces abondantes de *Nevropteris*, *N. heterophylla* par exemple dans les bassins occidentaux, tandis que dans la Haute-Silésie ce sont plutôt les *Sphenopteris* qui abondent en individus et en espèces.

Il faut noter que, dans le tableau des concordances entre bassins houillers, la base du *Randgruppe* de Haute-Silésie et les couches de

(1) W. Gothan : Das oberschlesische Steinkohlenbecken im Vergleich mit andern Becken Mitteleuropas auf Grund der Steinkohlenfloren. *Bergund Hüttenmännischen Zeitschrift* « *Glückauf* », Jahrg. 1913, n° 35 u 36.

Id : Pflanzengeographisches aus der paläozoischen Flora mit Ausblicken auf die mesozoischen Folgefloren. I. Teil. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*. Bd. LII, Heft 3, pp. 221-271, 10 Fig. im Text. 1915.

(2) Voir aussi W. Gothan : Zu dem Artikel von W. Petrascheck über die floristische Gliederung der Schatzlarer Schichten bei Schatzlar und Schwadowitz (*Monatsber. Deutsch. Geol. Ges.* LXII, 1910, pp. 245-247).

Waldenburg de Basse-Silésie sont placées dans la même zone que les couches H_1 a, Ampélites de Chokier de Belgique et que les couches de la Basse-Loire. Ici une remarque s'impose. Dans le Bassin de la Basse-Loire en effet les études de Bureau ont établi l'existence de deux niveaux distincts dans les formations les plus anciennes du Carbonifère. Les couches de la *grauwacke supérieure du Culm* (suivant l'expression de E. Bureau), appelons-les *Couches de Mouzeil* (en Loire-Inférieure), sont synchroniques des *Waldenburger schlichten*: Quant au *Culm inférieur* de la Basse-Loire *(couches de Chalonnes-Ingrandes)* il me paraît bien correspondre au *Culm* du Roannais et de Silésie *(Unter-Karbon)*.

D'après M. Gothan, le Stéphanien et le Permien manquent dans tous les bassins paraliques (Angleterre, France, Rühr, Haute-Silésie); dans les bassins limniques on rencontre des formations correspondant au *Stéphanien* du centre de la France ou aux *couches d'Ottweiler* du bassin de la Sarre.

M. W. Haack (1) a fait connaître la structure du *Permien* du bassin de *Wolmsdorf* à Bolkenhain (Silésie). Il comprend des conglomérats avec porphyres et tufs porphyriques et dans la série supérieure *(Obere Konglomerat)*, une sorte de tuf calcaire contenant de nombreux débris de plantes, que M. Gothan a déterminées : *Walchia piniformis*, *Pecopteris* cf. *oreopteridia* Brgt., *P.* cf. *palencea* Zeiller, [illegible]:

M. Sterzel, qui avait fait paraître un travail en 1884 sur la flore et l'âge géologique du *Culm* de Chemnitz-Hainichen (Saxe), vient de publier un mémoire sur le même sujet et sur les *Rothliegenden* de la région de Chemnitz (2). Parmi les plantes du *Culm* il a reconnu *Asterocalamites scrobiculatus*, *Sphenophyllum cuneifolium* ; des *Lepidodendron*, *Stigmaria*, *Eulepidophloios* ; des espéces ou formes nouvelles : *Sphenopteridium Chemnitzense*, *Sph. dubium*, *Rhodea ? Ettingshauseni*, *Desmopteris Mayasi* ; des graines diverses que l'auteur rapporte aux genres *Rhabdocarpus* et *Cardiocarpus*. Il est particulièrement intéressant de noter la présence d'une espèce *Desmop-*

(1) W. Haack : Das Rotliegende im Wolmsdorfer Becken bei Bolkenhain in Schlesien. *Jahrbuch der königl. preuss. geologischen Landesanst* für 1912. Bd. XXXIII, T. II, Heft 3, pp. 552-562 ; 4 Text-Fig., 1914.

(2) I.-T. Sterzel : Die organische Reste des Kulms und Rothliegenden der Gegend von Chemnitz. (*Abh. Kgl. Sächs. Gesel. Wissensch. math.-phys.* XXXV, V. pp. 203-315 ; Taf. I-XV. 1918).

teris, genre que jusqu'ici l'on ne connaissait que dans le Westphalien moyen. Le *Sphenophyllum cuneifolium* n'apparaît de même que dans le Westphalien. Cependant l'ensemble de la flore plaide en faveur de son attribution au *Carbonifère inférieur*, contemporain des *Kulmdachschiefer* et du *Calcaire carbonifère*. Ajoutons que le grand nombre de végétaux hâchés *(Häcksel)* paraît indiquer un transfert ; l'auteur considère même les dépôts comme s'étant effectués dans un bassin marin.

Dans le bassin de Dohlen, près Dresde, à Sauberge, non loin de la station balnéaire de Potschappel, on a découvert au toit de veines de houille, des empreintes d'*Annularia stellata*, de *Pecopteris arborescens* Sch., *P. hemitelioides* Brgt., flore que M. Schönfeld (1) rattache au Permien inférieur *(Unteren Rothliegenden)*.

Les formations permiennes de la région de Chemnitz sont classées dans les *Mittelrothtiegendes*. L'auteur cite les empreintes de *Walchia*, *Dolomphostrobus*, *Nœggerathia zamitoïdes* n. sp., *Sphenophyllum Thoni* et de nombreux végétaux silicifiés à structure conservée sont décrits dans le détail ; ce sont des fougères *(Psaronius, Tubicaulis, Asterochæna, Zygopteris, Protopteris, Steleopteris)* ; des Calamariées : *Calamodendron, Arthropitys* ; des Cycadofilicinées : *Medullosa, Myeloxylon* ; des bois antérieurement rapportés aux genres *Araucarioxylon* et *Cordaixylon* sont classés dans les *Dadoxylon*.

Nous ne faisons que mentionner pour l'instant les travaux de M. Kubart sur les *Filicinées* ou *Cycadofilicinées* des *coal-balls* des bassins d'Ostrau-Karwin et de Radnitz-Brâz (Bohême).

(A suivre.)

(1) G. Schönfeld : Ein interessanter Aufschluss im Döhlener Kohlenbecken. *Sitzb. u. Abh. naturw. Ges. Isis*. 1914, pp. 28–30, Taf. I, Dresden, 1915.

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

DU

VEXIN FRANÇAIS

par M. Pierre ALLORGE

(suite)

En hiver, un grand nombre de plantes possèdent encore des feuilles vivantes de sorte que certaines parties de ces pelouses, en particulier celles où les Chaméphytes sont très abondantes, se distinguent à distance par leur teinte verte. Les aires où les Graminées effacent complètement les autres espèces contrastent nettement avec ces ilots par leurs tonalités dégradées, grises ou jaunâtres.

Enfin, les Genévriers piqués çà et là sur les pentes et parfois abondants (Pl. 5, phot. 1), détachent leurs silhouettes sombres sur le fond plus clair de la végétation basse.

Il faut encore signaler la part physionomique importante que prennent plusieurs Mousses sur les pelouses ravagées par les lapins. L'action dévastatrice de ces rongeurs s'exerce seulement sur les plantes vasculaires et rompt ainsi l'équilibre écologique au profit des Mousses et des Lichens qui occupent peu à peu tous les espaces dénudés et finissent par former des tapis continus où le jaune doré du *Rhytidium rugosum* se juxtapose et se mélange au vert foncé du *Thuidium abietinum* et au jaune roussâtre du *Campylium chrysophyllum*. Deux Lichens, *Cladonia convoluta* et *Cl. rangiformis* sont également très répandus sur ces pelouses ruinées.

On a là un excellent exemple d'évolution régressive sous l'influence d'un facteur biotique, évolution qui se traduit dans le

cas présent par la transformation de la pelouse herbeuse en pelouse moussue (1).

Le spectre biologique de cette association (fig. 24) est très remarquable à plusieurs points de vue,

Les Chaméphytes représentent ici près d'un cinquième (19 %) du total des espèces ; c'est là un chiffre rarement atteint dans d'autres associations. Si l'on considère que la proportion des

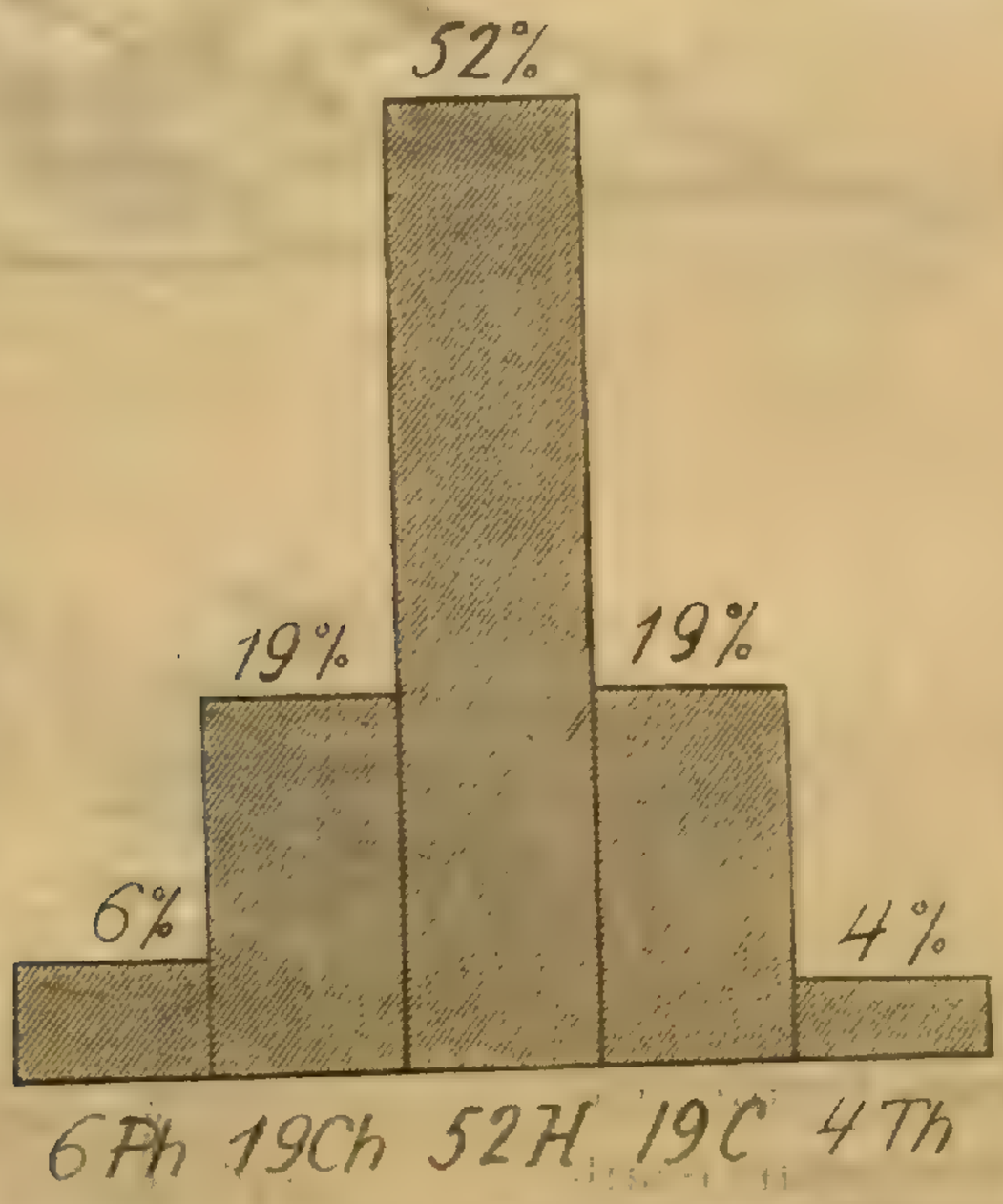


Fig. 24. — Spectre biologique de la pelouse à *Festuca duriuscula*.

Chaméphytes dans le spectre total (cf. fig. 18) est seulement de 4, 5 %, on pourrait, au point de vue des formes biologiques, parler ici d'une association à Chaméphytes.

Ce type biologique est surtout représenté par des plantes ligneuses à rameaux couchés [*Coronilla minima*, (fig. 25, A). *Teucrium* sp., *Fumana procumbens*, *Helianthemum montanum*, etc.] ou dressés [*Helianthemum polifolium* (fig. 25, B)], la plupart à feuilles persistantes et à jeunes pousses appliquées contre les tiges et dépourvues d'écailles, *Genista prostrata* et *G. tinctoria* faisant

(1) La stérilité de la plupart des Mousses de l'association à *Festuca duriuscula* est un fait très remarquable ; parmi les plus communes *Thnidium abietinum*. *Pleurochæte squarrosa*, *Rhytidium rugosum*, *Cylindrothecium concinnum* sont toujours dépourvues de sporogones et c'est par un bouturage très actif qu'elles se propagent de proche en proche. Leur fréquence sur les pelouses calcaires soulève à cet égard un problème historique intéressant.

Fig. 25. — Types de Chaméphytes à assimilation continue, exclusives de la pelouse à *Festuca duriuscula*. *A*, *Coronilla minima* ; *B*, *Helianthemum polifolium*. 1/2 grandeur naturelle (Décembre 1918).

exception avec leurs feuilles caduques et leurs bourgeons écailleux. Toutes ces espèces peuvent assimiler toute l'année par leurs feuilles ou leurs jeunes rameaux.

Les Hémicryptophytes sont presque toutes vivaces. *Seseli Libanotis* et *S. annuum* sont plurannuels et monocarpiques.

La position des pousses par rapport au sol durant l'hiver, varie entre le type Hémicryptophyte proprement dit, caractérisé par les pousses à demi-cachées dans la terre, *Linosyris vulgaris* (fig. 26 A)] ou protégées par les bases des anciennes

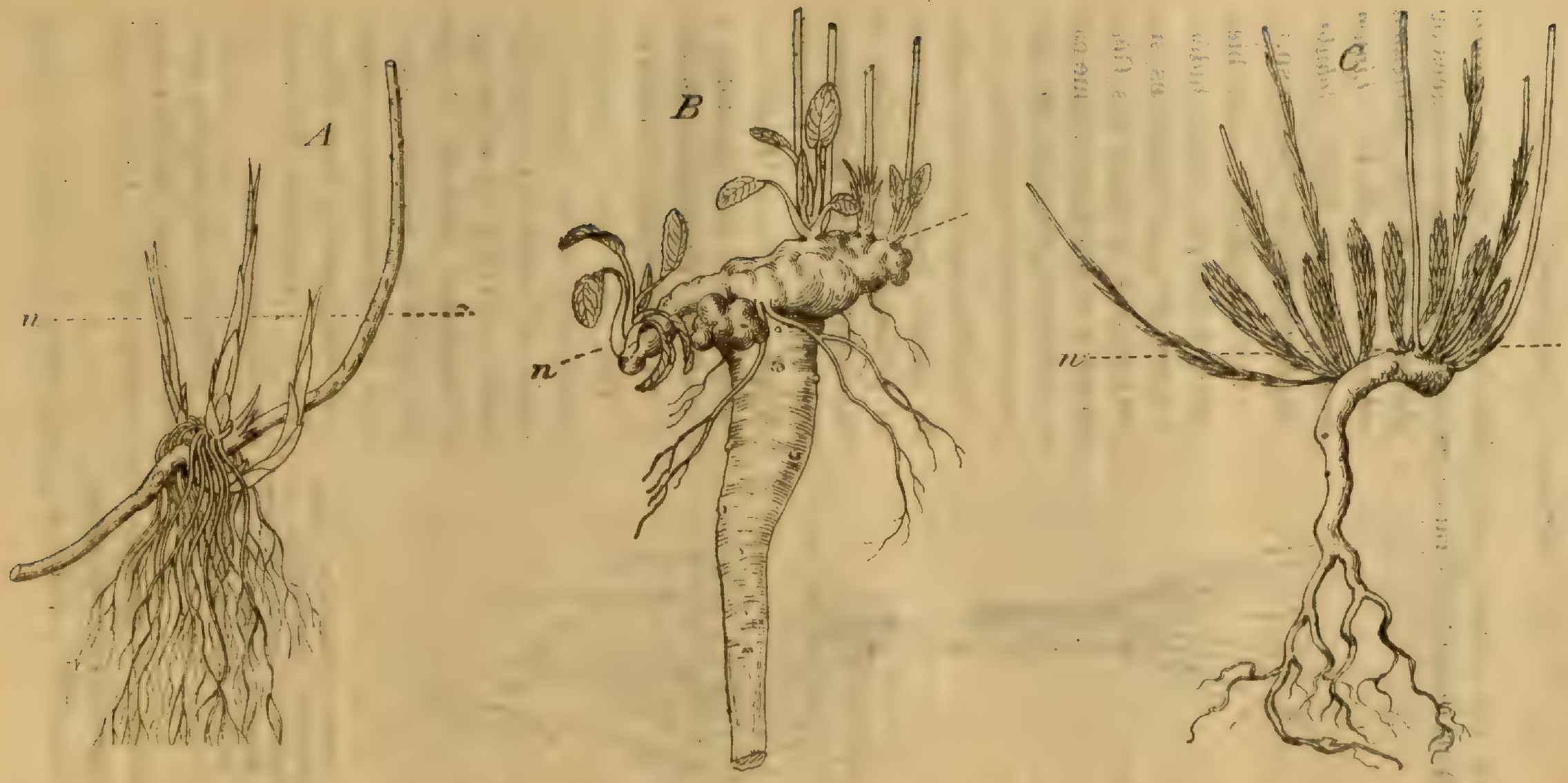


Fig. 26. — Types d'Hémicryptophytes de la pelouse calcaire à *Festuca duriuscula*, montrant les diverses positions des pousses hivernantes par rapport au niveau *(n)* du sol. *A*, *Linosyris vulgaris* ; *B*, *Phyteuma orbiculare* ; *C*, *Linum tenuifolium*. 1/2 grandeur naturelle (Décembre 1918).

feuilles ou des gaines [*Seseli Libanotis* (fig. 27), *Sesleria cærulea* et la plupart des autres Graminées] et le type à pousses épigées ou placées à ras du sol. [*Phyteuma orbiculare* (fig. 26 B), *Linum tenuifolium* (fig. 26 C), *Globularia*, *Euphorbia* sp., *Ononis* sp.)].

Fig. 27. — *Seseli Libanotis* en hiver, Hémicryptophyte plurannuelle et monocarpique, à pousse entourée par les gaines désséchées des anciennes feuilles ; *n*, niveau du sol.

Les Géophytes sont bien représentées par les Orchidées à tubercules, si fréquentes sur ces pelouses ; la rareté des Géophytes à rhizomes s'explique par la structure physique du sol, généralement très pierreux.

Les Thérophytes, au nombre de quatre seulement, germent au printemps (sauf *Chlora*) et fleurissent assez tardivement. Trois d'entre elles : *Gentiana germanica*, *Chlora*, *Linum catharticum*, ont des plantules à mycorhizes, *Euphrasia officinalis* est hémiparasite facultative.

Bien que les caractères épharmoniques des espèces vivaces qui constituent cette association aient déjà été étudiés par de nombreux auteurs, il n'est pas inutile de rappeler brièvement les principales dispositions morphologiques et anatomiques propres à maintenir l'équilibre des échanges d'eau.

L'appareil d'absorption, pour assurer, dans les sols très secs de ces stations, la quantité d'eau nécessaire à la plante, prend un développement considérable.

Dans les parties rocheuses, les racines de plusieurs espèces

peuvent pénétrer dans les fissures de la roche à une très grande profondeur ; c'est ainsi que j'ai observé, par exemple, des individus âgés d' *Astragalus monspessulanus* dont les racines dépassaient trois mètres.

Par contre, d'autres plantes, les Graminées, le *Linosyris vulgaris*. possèdent des racines relativement courtes, mais très nombreuses. qui explorent la couche superficielle du sol.

Les anciennes feuilles ou les gaines qui persistent servent non seulement à protéger les jeunes pousses contre la dessication et le gel, mais peuvent également retenir une notable quantité d'eau. De bons exemples de ces dispositions sont fournis par la plupart des Graminées, par les *Seseli* (fig. 27), *Anemone Pulsatilla*, *Astragalus monspessulanus*.

La réduction et la régulation de la transpiration sont assurées par des dispositions diverses de l'appareil assimilateur. La réduction de la surface foliaire s'observe chez un grand nombre d'espèces à feuilles linéaires, comme *Fumana*, *Linosyris*, *Asperula cynanchica*, *Linum tenuifolium* ou étroitement divisées comme les *Seseli*, *Anemone Pulsatilla*.

Chez certaines Graminées [*Festuca duriuscula* (fig. 28 A), *Stipa*], cette réduction s'accompagne d'un enroulement de la face supérieure stomatifère de la feuille. Chez *Sesleria cærulea*, la feuille possède une charnière (cellules bulliformes) qui par temps sec plie le limbe en gouttière et diminue ainsi la surface d'évaporation ; les feuilles des *Helianthemum montanum*, *H. polifolium* (fig. 28, B), *Teucrium montanum* ont leurs bords enroulés vers la face inférieure qui est pourvue de poils très nombreux.

Les figures 28 et 29 montrent les principaux caractères anatomiques qui contribuent aussi à protéger la plante contre une transpiration excessive : épaississement des faces externes des cellules épidermiques, revêtement cireux, présence de poils tecteurs, de poils secréteurs d'huiles essentielles, position profonde des stomates, densité et isolatéralité du tissu palissadique, présence d'un endoderme ou d'un mésophylle aquifères, développement souvent considérable des tissus de soutien.

* * *

Sur les aires cultivées, puis abandonnées, et sur les sols dénudés (talus, carrières) la pelouse à *Festuca duriuscula* et *Sesleria cærulea*

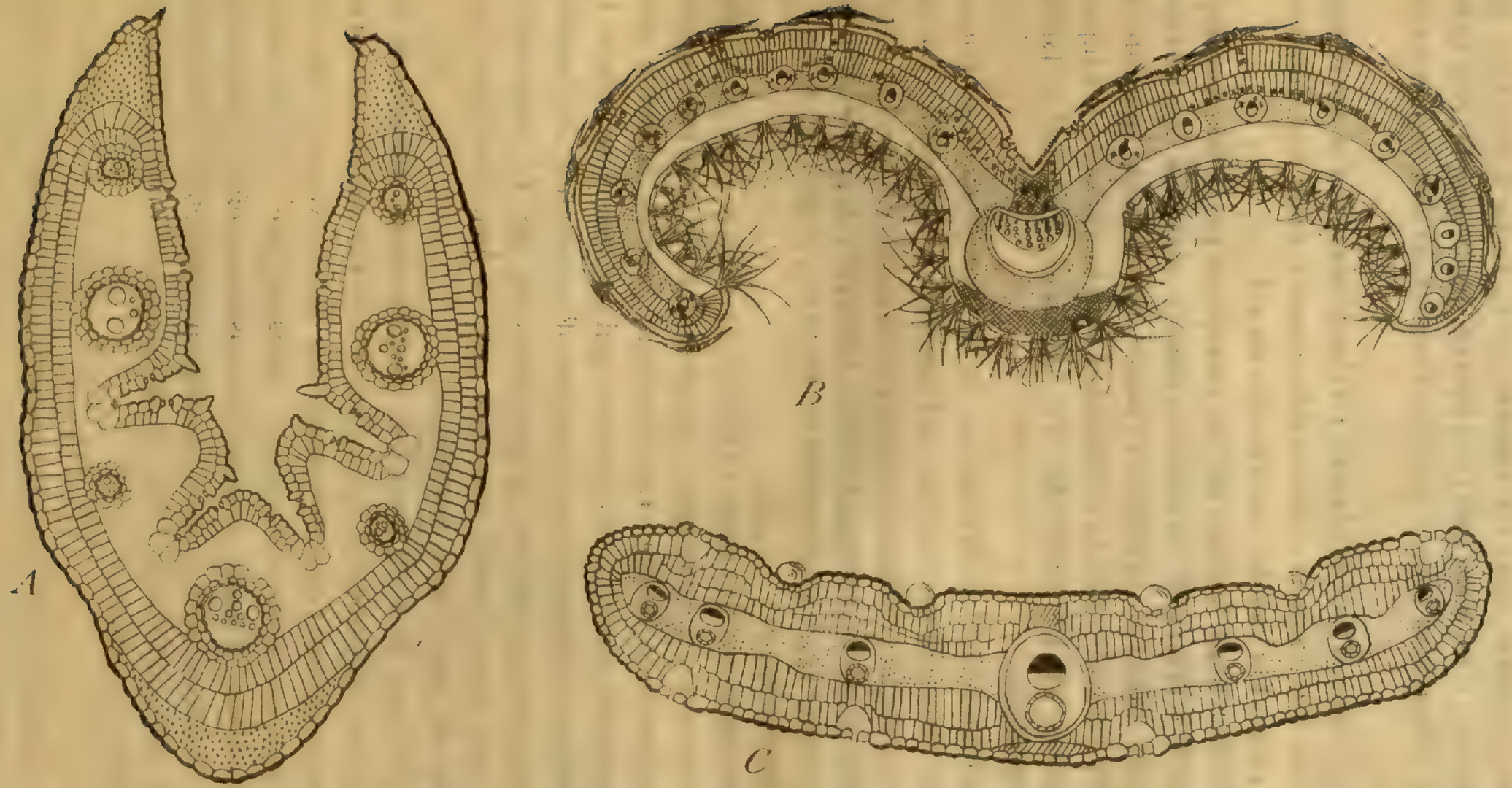


Fig. 28. — Schémas de coupes transversales dans les feuilles de *Festuca duriuscula (A)*, *Helianthemum polifolium (B)* et *Linosyris vulgaris (C)*, trois xérophiles typiques de la pelouse calcaire.

Fig. 29. — Types de feuilles à structure xérophytique chez quelques espèces caractéristiques de la pelouse à *Festuca duriuscula*. *A*, *Helianthemum polifolium* ; *B*, *Seseli montanum* ; *C*, *Astragalus monspessulamus*.

ne se reconstitue jamais intégralement et apparaît toujours sous des formes altérées auxquelles manquent les éléments qui caractérisent la pelouse primitive (exclusives et la plupart des électives, cf. tableau XIV). Les talus vicinaux à *Bromus erectus* et les friches dérivées d'anciennes cultures sont les plus répandus de ces groupements.

Les peuplements de *Bromus erectus* se développent surtout le long des routes et des voies ferrées, sur les talus du calcaire grossier exposés au midi ; on y retrouve la plupart des préférantes et des accessoires de l'association à *Festuca duriuscula* ainsi que quelques électives, mais toutes les plantes qui caractérisent le mieux la pelouse primitive sont absentes et cette absence montre l'origine artificielle et relativement récente du groupement.

Ces talus se caractérisent essentiellement par l'abondance des espèces introduites, méridionales pour la plupart, qui trouvent dans ces stations, avec des conditions de climat local favorables, une atténuation de la concurrence vitale.

Comme on doit s'y attendre, c'est dans les grandes vallées que ce groupement est le plus riche en éléments introduits ; d'excellents types s'observent, par exemple, sur les talus de la ligne de Paris à Mantes, entre Maurecourt et Andrésy, entre Triel et Meulan.

Parmi les plus importantes des espèces de ce groupement, je citerai celles qui ont une valeur particulière par leur dominance locale, leur constance ou leur spécialisation.

La liste suivante qui synthétise une vingtaine de relevés faits dans la vallée de la Seine donne la composition moyenne du groupement :

H	*Phleum Bœhmeri*	R	H	*Arabis hirsuta*	R
H	*Trisetum flavescens*	PC	Th	*Thlaspi perfoliatum*	R
H	*Arrhenatherum elatius*	C,ldt	H	*Lepidium campestre*	R
H	*Festuca duriuscula*	PC	H	*Diplotaxis tenuifolia*	C
H	*Bromus erectus*	CC,ldt	H	*Reseda lutea*	C
H	*B. inermis*	R	H	*Poterium Sanguisorba*	C
H	*Poa compressa*	PC	H	*Ononis repeus*	C
Grh	*P. pratensis angustifolia*	C,ldt	H	*Medicago falcata*	RR
H	*Brachypodium pinnatum*	C,ldt	H	*M. sativa*	PC
Grh	*Agropyrum repens*	PC,ldt	H	*M. media*	R
Gb	*Muscari racemosum*	R	H	*M Lupulina*	C
Gb	*Allium oleraceum*	R	H²	*Melilotus alba*	PC
Gtb	*Loroglossum hircinum*	PC	Th	*Vicia hybrida*	R
Chh	*Cerastium arvense*	C	H	*Lathyrus tuberosus*	R
H	*Silene inflata*	C	H	*L. latifolius*	R

H	*Onobrychis sativa*	PC	H	*Verbascum nigrum*	PC
H	*Coronilla varia*	PC	H²	*V. pulverulentum*	PC
H²	*Œnothera biennis*	R	H	*Veronica Teucrium*	R
H	*Malva Alcea*	PC	H	*Linaria striata*	R
H	*Hypericum perforatum*	C	G	*Orobanche amethystea*	PC
H	*Eryngium campestre*	C	G	*O. caryophyllacea*	R
H²	*Pastinaca silvestris*	PC	Chl	*Plantago Cynops*	RR
H	*Seseli montanum*	PC	H	*Galium erectum*	C
H	*Fœniculum officinale*	PC	H	*Centranthus ruber*	PC
H	*Bupleurum falcatum*	C	H	*Knautia arvensis*	C
Gtb	*Bunium Bulbocastanum*	R	H	*Erigeron acris*	C
Th	*Tordylium maximum*	RR	H²	*Inula Conyza*	C
H	*Falcaria Rivini*	RR	H	*Cirsium eriophorum*	R
Grh	*Convolvulus arvensis*	C	H²	*Carduus tenuiflorus*	R
H	*Anchusa italica*	RR	H	*Centaurea amara*	RR
H	*Echium vulgare*	C	H	*C. Scabiosa*	PC
H	*Stachys recta*	C	H	*Echinops sphærocephalus*	R
H	*Salvia verbenacea*	R	H²	*Lactuca saligna*	PC
H	*S. verticillata*	R	Grh	*L. perennis*	R
H	*S. pratensis*	PC	Th	*Crepis fœtida*	PC
H	*S. Sclarea*	RR	Th	*C. pulchra*	R
H	*Calamintha Nepeta*	RR	H²	*Podospermum laciniatum*	R
H	*C. ascendens*	RR	Chh	*Hieracium Pilosella*	PC
H	*C. Acinos*	C			
H	*Origanum vulgare*	C			

Plusieurs de ces espèces sont localisées dans la vallée de la Seine, ainsi *Salvia verbenacea*, *Calamintha Nepeta*, *C. ascendens*, *Carduus tenuiflorus*, *Centaurea amara*, *Crepis pulchra*, d'autres comme *Centranthus ruber*, *Fœniculum officinale*, *Diplotaxis tenuifolia* y sont beaucoup plus fréquentes que dans les vallées secondaires.

Il faut encore signaler la présence, sur ces talus, de quelques arbustes spontanés comme l'Orme (1), le Saule Marsault, des Églantiers, *Cerasus Mahaleb*, *Prunus fruticans ;* le long des voies ferrées. *Ailantus glandulosa* et *Colutea arborescens* sont souvent plantés. La fréquence des feux occasionnés par les escarbilles des locomotives limite toujours l'extension de la végétation arbustive. Ces incendies ont également une influence notable sur la composition locale du tapis herbacé ; les Graminées cespiteuses qui ont leurs pousses bien protégées par la densité des touffes, souffrent relativement peu de ces incendies qui favorisent même leur extension en éliminant d'autres espèces ; il en est de même des *Poa pratensis* et *Agropyrum repens*, avec leurs rhizomes longuement traçants.

La végétation muscinale de ces talus ne comporte que quelques

(1) *Ulmus campestris*, souvent représenté par la forme microphylle.

espèces : *Camptothecium lutescens* et *Thuidium abietinum* sont seuls abondants ou fréquents.

En dehors des affinités essentielles qu'il présente avec la pelouse à *Festuca duriuscula*, dont il n'est en somme qu'une variété modifiée par l'homme, ce groupement offre des rapports évidents avec le pré à *Arrhenatherum elatius*.

Au point de vue dynamique, les talus à *Bromus erectus* représentent un groupement qui est stabilisé sous l'influence directe ou indirecte de l'homme ; les phases du peuplement de ces talus se succèdent suivant la loi générale déjà signalée.

Des groupements très voisins de ce *Brometum* se développent également sur les champs calcaires pierreux ou sablonneux laissés à l'abandon et qui se repeuplent en prés xérophiles ; on retrouve là, avec la majorité des espèces du talus à *Bromus erectus*, des plantes comme *Phelipæa cærulea*, *Sedum acre*, *Orchis pyramidalis*.

Il me reste à analyser rapidement le groupement transitoire qui précède l'établissement des talus à *Bromus erectus*, et des prés xérophiles analogues ; c'est ce que j'appellerai les friches récentes à Molènes et *Carduus nutans*.

Comme tous les groupements à végétation très ouverte, celui-ci comporte un grand nombre d'espèces et sa délimitation ne va pas sans difficulté puisqu'il s'agit d'un groupement transitoire à évolution rapide.

La liste suivante ne comprend que les espèces les plus importantes de ces friches :

H	*Poa compressa*	PC	H	*Stachys germanica*	PC
Th	*Vulpia longiseta*	R	H	*Calamintha Acinos*	C
Th	*Agrostis Spica-Venti*	R	H¹	*Verbascum Thapsus*	PC
H	*Rumex crispus*	PC	H¹	*V. phlomoides*	C
Th	*Iberis amara*	PC	H²	*V. thapsiforme*	C
Th	*Herniaria glabra*	R	H¹	*V. pulverulentum*	PC
H	*Ranunculus repens*	CC, ldt	H¹	*V. Lychnitis* (1)	C
H²	*Reseda Luteola*	CC	H (Ch)	*Marrubium vulgare*	R
H	*Potentilla reptans*	C	Th	*Melampyrum arvense*	C
H¹	*Melilotus arvensis*	C	Th	*Odontites Jaubertiana*	RR
Th	*Vicia tetrasperma*	PC	H	*Plantago lanceolata*	C
Th	*V. hirsuta*	C	Th	*Galium parisiense*	PC
Th	*Althæa hirsuta*	R	Th	*Valerianella coronata*	R
H	*Eryngium campestre*	C	H	*Knautia arvensis*	C

(1) Le mélange fréquent de tous ces *Verbascum* favorise l'hybridation et j'ai pu constater dans ces friches à Molènes la plupart des hybrides signalés [136].

H	*Erigeron acris*	C	H^3	*C. eriophorum*	PC
Th	*Filago spathulata*	C	Grh	*C. arvense*	C
Th	*F. apiculata*	PC	H^1	*Carduus nutans*	C
Th	*F. canescens*	R	H^2	*Centrophyllum lanatum*	R
Th	*Micropus erectus*	RR	H^2	*Lactuca virosa*	RR
H^1	*Carlina vulgaris*	C	H^3	*Tragopogon dubius*	R
H^2	*Onopordon Acanthium*	PC	Th	*Crepis virens*	C
H^3	*Cirsium lanceolatum*	C	H^2	*Picris hieracioides*	C

C'est essentiellement un groupement à Thérophytes et à Hémicryptophytes bisannuelles.

Dans les carrières du calcaire grossier, ce groupement représente le premier stade d'une série qui se termine par des peuplements arbustifs où *Salix capræa*, *Clematis Vitalba*, *Cerasus Mahaleb*, *Prunus spinosa* jouent le rôle essentiel pour constituer des fourrés à sous-bois très pauvre.

* * *

Telle qu'elle est délimitée ici, l'association à *Festuca duriuscula* et *Sesleria cærulea* se retrouve dans tout le Bassin de Paris, des collines jurassiques de Lorraine [127] aux talus de la plaine de Caen, des coteaux du Val de Loire aux collines de l'Artois ; d'une manière générale, l'association s'appauvrit du Sud au Nord et si l'on compare, par exemple, aux pelouses calcaires du Gâtinais [98] ou du Vexin français, les pelouses du Boulonnais [169], on constate ici la disparition ou la raréfaction d'un très grand nombre d'espèces, mais la présence d'*Hippocrepis comosa*, de *Polygala calcarea*, de *Gentiana germanica*, des *Ophrys*, entr'autres, montre bien qu'il s'agit d'une seule et même association.

Les talus de la falaise de Champagne et les savarts de la plaine champenoise, si bien étudiés par J. Laurent [161], les « teppes » de la Côte-d'Or [119], les « garides » des basses-montagnes calcaires de l'Est [68, 126], les « garigues » à *Juniperus communis* des collines jurassiques du Poitou [165], les pelouses calcaires chaudes de l'Ardenne [171], les pâturages crayeux (chalk-pasture) de l'Angleterre méridionale [223] renferment la plus grande partie des espèces de l'association à *Festuca duriuscula*.

Dans l'Europe centrale, le groupement thermophile et « anthropo-zoogène » (1) décrit sous le nom de *Xero-brometum erecti* est directement comparable à notre association [28].

(1) C'est-à-dire développé sous l'influence de l'homme et des animaux domestiques (pâturage).

La pelouse à *Festuca duriuscula* (et les taillis de Chêne pubescent) comportent des éléments très divers quant à leur origine.

Les éléments méditerranéens et pontiques sont bien représentés : parmi les premiers qui sont ici plus nombreux que dans aucun autre groupement, je citerai *Pleurochæte squarrosa*, *Cladonia convoluta*, *Melica ciliata*, *Limodorum abortivum*, *Quercus pubescens*, *Fumana procumbens*, *Amelanchier vulgaris*, *Coronilla minima*, *Astragalus monspessulanus* (1), les *Ononis*, *Trigonella monspeliaca* (2), *Rubia peregrina* ; les espèces qui ont dans l'Europe orientale et l'Asie mineure leur aire principale (espèces pontiques) sont ici, entre autres, *Avena pratensis*, *Kœleria cristata*, *Stipa pennata*, *Seseli annuum*, *S. Libanotis*, *Linosyris vulgaris*, *Cerasus Mahaleb*, *Veronica prostrata*.

Parmi les espèces de l'Europe centrale, *Thlaspi montanum*, *Genista prostrata*, *Gentiana germanica* sont surtout remarquables : *Herminium Monorchis* représente l'élément boréal eurasiatique, *Sesleria cærulea*, l'élément alpin.

Viola rothomagensis, une des rares micro-endémiques du Bassin de Paris (3) est localisée dans l'association à *Festuca duriuscula*.

* * *

Au point de vue génétique, l'association à *Festuca duriuscula* se relie aux associations des rochers calcaires d'une part, et d'autre part au taillis de Chêne sessile (avec ou sans Chêne pubescent) sur calcaire.

Sur les rochers calcaires et les pentes rocheuses, le gazon à *Festuca* et à *Sesleria* s'installe lorsque la dégradation du substratum lui offre des conditions écologiques favorables et il élimine peu à peu l'association initiale de lithophiles (Lichens et Muscinées presque exclusivement). Les arbustes peuvent s'établir et on observe alors des broussailles où apparaissent plusieurs espèces du taillis de Chêne. Si l'homme n'intervient pas, l'évolution progressive se poursuit et

(1) Cette espèce atteint dans la vallée de la Seine, non loin de nos limites (aux Andelys) le point le plus septentrional de son aire.

(2) Cette plante trouve sa limite septentrionale absolue dans le Vexin français, à Theuville, dans la vallée du Sausseron.

(3) Indiquée à Mantes par les anciens auteurs [173, 227], la Violette de Rouen n'y a pas été retrouvée; elle est toujours assez abondante aux autres localités classiques de la vallée de la Seine (Rouen) et de la vallée de l'Andelle (Romilly).

l'association climatique se développe. C'est là une série qui s'observe rarement ; le plus souvent, la pelouse à *Festuca* représente un stade régressif consécutif à la dégradation et à la destruction du taillis.

Le schéma suivant résume cette succession.

Rocher à Lichens et Muscinées lithophiles

↓

Rocher gazonné à Thérophytes vernales et Chaméphytes

↓

Pelouse à *Festuca duriuscula* et *Sesleria cærulea*

↓ ↑

Broussailles

↓ ↑

Taillis de Chêne sessile et de Chêne pubescent

En ce qui concerne l'ontogenèse du gazon à *Bromus erectus* (sur talus vicinaux ou cultures abandonnées) on peut la résumer comme suit :

[Culture ou sol dénudé (talus, carrières)]

↓

Friche à Molènes et Chardons

↓

Gazon à *Bromus erectus*

↓ ↑

Broussailles

2. Pelouse siliceuse à *Corynephorus canescens* et *Kœleria gracilis*

Cette association, qui n'occupe plus dans ce territoire que des aires peu étendues, est encore bien représentée sur les alluvions anciennes, dans les parties les plus arides des sables siliceux.

Les surfaces importantes que ces pelouses discontinues recouvraient autrefois dans les grandes vallées ont été boisées (en résineux surtout, çà et là en Robinier) ou mises en culture ; c'est ainsi que la grande plaine alluviale de Carrières-sous-Poissy a été entièrement transformée vers la fin du siècle dernier par une mise en culture intensive (épandage).

La végétation primitive n'y subsiste qu'à l'état de lambeaux très réduits, envahis par les rudérales.

La destruction et la dégradation des groupements primitifs ne sont pas aussi accentuées dans les autres plaines alluviales qui s'étendent alternativement sur la rive droite et sur la rive gauche de la Seine ; on y rencontre des parcelles présentant les caractères d'une végétation sinon primitive, du moins peu remaniée.

Sur les sables de Beauchamp, ces pelouses sont rarement bien développées et apparaissent surtout sous des formes fragmentaires ou mixtes ; sur les sables de Fontainebleau enfin, cette association est rare et perd plusieurs de ses éléments caractéristiques.

Le tableau XV résume la composition du groupement d'après quatorze relevés provenant des localités suivantes :

1. Cergy, ancienne ballastière.
2. Les Mureaux, pelouse subcontinue en lisière d'un bois de Chênes rabougris.
3. Aubergenville, clairière du bois de la Garenne.
4. Porcheville, lisière d'un bois de Pins silvestres.
5. St-Martin-la-Garenne, pelouse discontinue passant à une lande à *Calluna*.
6. Moisson, lisière de la forêt vers le rendez-vous de chasse.
7. Gommecourt, friche ancienne en lisière des bois.
8. Limetz, clairière d'un bois maigre.
9. Haravilliers, pelouse continue.
10. La Villetertre, clairière du bois de Beaumont.
11. Sagy, lisière du bois de l'Orient.
12. Ronquerolles, allée négligée dans les bruyères du bois de la Tour-du-Laye.
13. Fremainville, lisière du bois de l'Etang.
14. Sailly, garenne au Prieuré St-Laurent.

Alluvions anciennes.

Sables de Beauchamp.

Sables de Fontainebleau.

En dehors des espèces énumérées dans le tableau XV, il faut mentionner les suivantes observées dans d'autres relevés de l'association :

	Bryum cespititium	Th	*Bupleurum tenuissimum*
	Brachythecium glareosum	G	*Orobanche Rapum*
Th	*Aira præcox*	H(Th)	*Plantago Coronopus*
Th	*Vulpia sciuroides*	Chl	*Thymus Serpyllum*
Grh	*Cynodon Dactylon*		

Comme il ressort de l'examen du Tableau XV, aucune espèce n'est spéciale aux sables tertiaires (relevés 9-14) tandis que plusieurs sont localisées sur les alluvions anciennes (*Brassica Cheiranthus*, *Spergula pentandra* (Carte 1), *Scleranthus perennis)* ; l'absence ou la rareté des *Kœleria gracilis*, *Veronica verna*, *Silene Otites*, *Artemisia campestris*, sur les sables de Fontainebleau est également à remarquer.

J'ai déjà noté, à propos de la pelouse à *Phleum Bœhmeri*, la juxtaposition souvent étroite d'espèces calcicoles et d'espèces calcifuges : ce fait souvent signalé, d'ailleurs, s'explique par les variations locales qui existent dans la teneur en calcaire de ces sols sableux d'alluvions anciennes.

(A suivre.)

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 1

Ceintures de végétation aquatique au bord de la Seine à Sandrancourt près Saint-Martin-la-Garenne. — Type de rive plate à alluvionnement rapide ; au premier plan, *Butomus umbellatus*, *Phalaris arundinacea*, *Bidens tripartitus* et *Sparganium ramosum* ; au delà, *Nuphar luteum* ; plus loin, ceinture de grandes Hélophytes avec *Sparganium ramosum* et *Scirpus lacustris*, ce dernier peu visible, constituant la marge interne (vers le fleuve). En arrière, la Seine et la rive abrupte bordée de Saules. Au fond, le village de Mousseau, adossé aux coteaux crayeux. On remarque l'interversion locale des ceintures de végétation, le *Nupharetum* précédant le *Scirpetum*. Juillet 1918.

Planche 2

Bras mort de la Seine envahi par *Glyceria aquatica*. — A gauche et au milieu, on distingue un étroit chenal d'eau libre, à courant faible ou se localisent quelques Hydrophytes ; à droite et à gauche, encadrant le bras mort, Trembles, Aulnes et Saules blancs. C'est le stade à Hélophytes dominantes. Guernes, août 1918.

Planche 3

I. — Tourbière en exploitation à Fay-les-Etangs. — Au premier plan, *Typha latifolia* et *Juncus obtusiflorus* qui commencent à envahir la fosse ; au delà, le front de taille, les meules et les mottes de tourbe ; au fond, buissons arrondis de *Salix cinerea* avec *Rhamnus cathartica* et *Alnus glutinosa*.

II. — La « source » orientale du Sausseron, dite le Rabuet dans la tourbière d'Arronville. Au premier plan, peuplements de *Juncus obtusiflorus* avec *Phragmites communis* ; au delà, touradons de *Carex paniculata*. On aperçoit, à la base des touffes de ce *Carex*, des taches claires représentant des amas d'Algues filamenteuses qui viennent flotter à la surface de l'eau durant la saison chaude. Au delà des *Carex*, la bande grise signale l'association à *Schœnus*, enfin, au fond, le taillis tourbeux à *Rhamnus Frangula* et un rideau interrompu de Trembles marquent la lisière de la tourbière. Arronville, juin 1919.

III. — *Cladium Mariscus* au bord d'une ancienne fosse d'exploitation de tourbe. Fay-les-Etangs, juillet 1918.

Planche 4

I. — Taillis tourbeux à *Rhamnus Frangula* (Fen-carr des géobotanistes anglais). Au premier plan et jusqu'au massif arbustif, *Cladium* et *Phragmites* en codominance ; à droite, un pied de *Rhamnus Frangula* ; au fond, des Aulnes et des Saules. Tourbière d'Arronville, août 1919.

II. — Colonie de *Cyperus longus* daus un prè tourbeux à Cypéracées. Giverny, (Eure), juillet 1918.

Planche 5

I. — Pelouse du calcaire grossier envahie par *Juniperus communis*. Entre les Genévriers, *Brachypodium* domine en peuplements discontinus. Vallangoujard. août 1919.

II. — Côtes crayeuses de la vallée de la Seine à Haute-Isle. A droite, la pelouse à *Sesleria cærulea* avec sa disposition typique en gradins ; au milieu, pro-

montoire crayeux à parois abruptes ; à gauche, la Seine avec ses îles, couvertes de prairies et bordées de Peupliers. En haut et à droite, au-dessus des pelouses, on distingue quelques Peupliers qui marquent le niveau aquifère de l'argile plastique.

Planche 6

I. — *Melica ciliata* sur talus crayeux à Limay, juillet 1914.
II. — Pelouse discontinue à *Helianthemum polifolium* et *Brachypodium pinnatum*, sur la craie, à Vétheuil. Aspect vernal. Mai 1914.

Planche 7

I. — Détail d'une pelouse du calcaire grossier à Nesles-la-Vallée. Au milieu, *Orchis militaris* et au-dessous, *Polygala calcarea*. Le fond de la végétation est constitué par *Brachypodium pinnatum*, *Festuca duriuscula* et *Carex glauca*. Mai 1913.
II. — *Phalangium ramosum*, *Juniperus communis*, *Brachypodium pinnatum* et *Pimpinella saxifraga* (en feuilles) sur côte crayeuse entre Buchet et Saint-Clair-sur-Epte. Juillet 1914.

Planche 8

I. — *Corynephoretum* envahi par *Sarothamnus scoparius* sur alluvions anciennes siliceuses. Au premier plan, touffes blanchâtres du *Corynephorus*. Les Mureaux. Août 1919.
II. *Armeria plantaginea* et *Kœleria cristata gracilis* sur alluvions anciennes. Les Mureaux. Août 1918.
III. Chênaie (*Quercus sessiliflora*) dégénérée à aspect de garigue ; entre les buissons, pelouse rase à *Kœleria cristata gracilis*. Saint-Martin-la-Garenne. Juillet 1918.

Planche 9

I. — Aulnaie marécageuse dans le vallon de Moussy. Au premier plan, *Spiræa Ulmaria* en feuilles, *Cirsium oleraceum*, *Carex acutiformis* ; au delà, *Equisetum maximum* ; au fond, végétation arbustive (Aulne dominant) et à gauche, *Bromus asper* avec ses inflorescences penchées. Août 1918.
II. — Colonies d'*Impatiens Noli-tangere* dans un bois humide de la vallée de l'Epte à Gommecourt ; au premier plan, *Agropyrum caninum*. Juillet 1918.

Planche 10

I. — Colonie d'*Allium ursinum* le long d'un ruisselet boisé sur les marnes vertes, à Villers-en-Arthies. Avril 1914.
II. — *Carex pendula* et *Circæa lutetiana* dans un bois humide à Montagny. Juillet 1914.
III. — Clairière d'un bois frais de la vallée de l'Epte ; à droite, *Bromus asper* et *Angelica silvestris* ; à gauche, *Dipsacus pilosus*, et au-dessous, *Brachypodium silvaticum*. Amenucourt, Juillet 1914.

Planche 11

I. — *Osmunda regalis* et *Carex lævigata* dans une Aulnaie à Sphaignes, à la base des sables de Fontainebleau. Le Ruel, Commune d'Haravilliers. Mai 1919.
II. — Taillis d'Aulne sur marnes vertes ; au milieu, *Polystichum dilatatum* ; en bas, de gauche à droite, *Carex remota*, *Lysimachia nemorum*, *Lythrum Salicaria* et *Lamium Galeobdolon*. Bois des Garennes, près Lainville. Juillet 1919.

Planche 12

I — **Colonie d'*Asperula odorata*** avec ***Rubus fruticosus*** dans un taillis mixte de Chêne pédonculé et de Charme ; en bas, à gauche, feuilles de *Luzula maxima* et au-dessus ***Stachys silvatica***. Maudétour. Mai 1914.

II. — Sous-bois du taillis de Chêne pédonculé. Au premier plan, colonie d'*Anemone nemorosa* avec ***Endymion nutans*** ; au fond, colonie de *Mercurialis perennis*. Exemple typique d'association complémentaire, d'une part (*Anemone* avec *Endymion*) et d'association compétitive d'autre part (*Mercurialis* et *Anemone*) Parc de Jambville. Mai 1914.

Planche 13

I. — Tapis de ***Vaccinium Myrtillus*** avec *Pteris aquilina* dans un bois clair de ***Betula pubescens*** ; type d'association stratifiée. Arthies. Juillet 1918.

II. — *Blechnum Spicant* dans une clairière récente de Chênaie mixte (Chêne pédonculé et Chêne sessile), envahie par les Ronces ; au fond, *Pteris aquilina*, ***Corylus Avellana***, ***Betula alba***. Neuville-Bosc. Juin 1913.

Planche 14

Exploitation de la Châtaigneraie. Au premier plan, Châtaigniers recépés d'un an ; au delà, des Bouleaux laissés en baliveaux. Bois de Vaux. Septembre 1919.

Planche 15

I. — Bruyère sèche du plateau meulier de la Chartre. Au premier plan, *Lycopodium clavatum* avec nombreuses massues, *Calluna vulgaris* et *Hypnum Schreberi*, au fond, ***Erica cinerea***. Septembre 1913.

II. — Détail d'une lande humide sur le plateau meulier de l'Hautie. Au premier plan, *Erica Tetralix* et *Genista anglica* ; au dela, *Calluna vulgaris* et *Ulex nanus*. Septembre 1918.

Planche 16

I. — Mare récente dans une lande à *Pteris* et *Molinia* ; au fond et à gauche, jeune taillis de ***Betula pubescens***. Dans l'eau, traînée de *Juncus supinus fluitans* ; sur la marge exondée par la baisse estivale du niveau aquatique, l'argile à meulière est à nu et se peuple d'une végétation très clairsemée de petites Thérophytes qui représentent ici l'association à *Cicendia filiformis*. Bois de Galluis, Commune de Lainville. Septembre 1918.

II. — Mare ancienne (de cinquante ans environ). Au milieu de la mare, îlot de ***Sphagnum cymbifolium*** entouré d'un anneau de *Glyceria fluitans*. Sur l'îlot, des touffes de *Molinia* et un individu de *Betula pubescens*. Dans l'eau même, on distingue les feuilles flottantes de *Potamogeton polygonifolius* qui envahissent la surface de la mare en été. Les bords presque abrupts de la mare, sont couverts de *Calluna vulgaris* et de *Pteris* (frondes desséchées à droite). A gauche et à droite, *Betula pubescens* et *Quercus sessiliflora*. Anciennes carrières de meulière du bois de Galluis. Mai 1918.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Notice sur l'œuvre scientifique du Professeur Saccardo (avec un portrait), par M. Léon Dufour 5

Recherches cryoscopiques sur des sucs végétaux (avec une planche), par M. Andreas Sprecher 11

Recherches sur les Marchantiées (avec quarante-cinq figures dans le texte et seize planches), par M. Robert Douin . . 34, 99, 190

Revue des travaux parus sur les lichens de 1910 à 1919, par M. G. Bioret 63, 146, 214, 264, 328, 372

Les différentes formes de la symbiose lichénique chez le *Solorina Saccata* Ach. et le *Solorina Crocea* Ach. (avec une planche), par M. et Mme Fernand Moreau 81

Sur les corpuscules métachromatiques des Corynebactéries (Bacilles diphtériques et pseudo-diphtériques). — Cytologie expérimentale et comparée (avec sept figures dans le texte), par MM. F. Arloing et G. Richard 85

Influence des facteurs climatiques sur la répartition des Épiphytes à la surface des troncs d'arbres à Java (avec quinze figures dans le texte), par M. Paul Van-Oye 161

Les Euphorbes Cactoïdes du nord-ouest de l'Afrique (avec trois planches), par M. Emile Jahandiez 177

Expériences de rajeunissement et de perfectionnement de la pomme de terre, par M. J. Aumiot 183, 244

Obtention d'une espèce nouvelle d'Asphodèle par l'action du climat marin (avec douze figures dans le texte et trois planches), par M. Lucien Daniel 225, 316, 357, 420

Adjonctions à la flore fossile de Varennes (avec une planche), par MM. Roland de la Vaulx et Pierre Marty 238

La galle de l'*Aulax minor* Hartig (avec neuf figures dans le texte et huit planches), par M. M. Molliard 273

Etude de la variation des acides organiques au cours de la pigmentation anthocyanique (avec douze figures dans le texte), par Mlle Denise Kohler 295, 337

Nouvelles observations sur l'origine des plastides dans les Phanérogames (avec huit figures dans le texte et treize planches), par M. A. GUILLERMOND 401, 449

Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1910-1919. — 1re Partie : Paléozoïque, par M. A. CARPENTIER 437, 471, 558, 653, 771

Les associations végétales du Vexin français (avec trente-trois figures dans le texte, seize planches et une carte), par M. Pierre ALLORGE 481, 589, 708, 792

Le rythme saisonnier et le réveil de la terre (avec huit figures dans le texte), par M. Auguste LUMIÈRE 545

La flore septentrionale de Madagascar et la flore malgache (avec trois planches, une carte et figures dans le texte), par M. H. POISSON 577, 694, 758

Notice sur Emile Boudier (avec un portrait), par M. Léon DUFOUR. 673

Note sur quelques végétaux à structure conservée des environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace) (avec une planche et cinq figures dans le texte), par M. A. CARPENTIER 684

Le genre Sclerocarya à Madagascar, par M. Henri JUMELLE . . . 753

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

ALEXANDROFF V. C., O. G. ALEXANDROVA et A. S. FIMOFEJEFF. L'arrivée de l'eau dans la feuille et son influence sur la structure 479

AMMANN, ARIBERT, CHALOT, DENIS et VIDAL. « *Papyrus* » et papier de « *Papyrus* » 478

ANNET E. Contribution à l'étude du Palmier à huile. Le Palmier à huile au Cameroun, variétés, culture, exploitation. 398

BEAUVISAGE. Contribution à l'étude anatomique de la famille des Ternstrœmiacées. 78

BATAVA Flora. Nos 402-405 397

HENRICI M. De la teneur en chlorophylle et de l'assimilation du carbone des plantes des Alpes et des plaines 222

KIDSTON and LANG. On Old Red Sandstone plants showing structure from the Rhynie chert bed, Aberdeenshire. Part. III. 77

WAYNICK and SHARP. Variations in nitrogen and carbon in field soils and their relation to the occuracy of field trials 77

WEIS Fr. Vandkulturforsog i forskellige nœringsoplosninger, specielt til belysning af manganets og brin-tionkoncentrationens betydning 221

WEIS Fr. et K. A. BONDORFF. Kemiskbiologisk undersofelse af skovjord under overernærede graner i byngby skov 397

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME TRENTE-TROISIÈME

PLANCHE 1. *Ceintures de végétation aquatique au bord de la Seine.*
PLANCHE 2. *Bras mort de la Seine envahi par* Glyceria aquatica.
PLANCHE 3. *Tourbières à Hypnacées.*
PLANCHE 4. *Taillis tourbeux et colonie de* Cyperus longus.
PLANCHE 5. *Types de pelouses calcaires.*
PLANCHE 6. *Colonies xérothermiques sur la craie.*
PLANCHE 7. *Détail des pelouses à Graminées xérophiles.*
PLANCHE 8. *Végétation xérophile sur alluvions anciennes.*
PLANCHE 9. *Aulnaie des vallées.*
PLANCHE 10. *Végétation des bois méso-hygrophiles.*
PLANCHE 11. *Aulnaie des hautes buttes.*
PLANCHE 12. *Plantes sociales des bois mésophiles.*
PLANCHE 13. *Bois siliceux des hauttes buttes.*
PLANCHE 14. *Châtaigniers et Bouleaux sur sables stampiens.*
PLANCHE 15. *Chaméphytes des landes et bruyères.*
PLANCHE 16. *Mares siliceuses du plateau meulier.*
PLANCHE 17. Lunularia.
PLANCHE 18. Marchantia.
PLANCHE 19. Plagiochasma.
PLANCHE 20. Fegatella ; Plagiochasma.
PLANCHE 21. Lunularia.
PLANCHE 22. Reboulia.
PLANCHE 23. Marchantia.
PLANCHE 24. Marchantia.
PLANCHE 25. Fegatella.
PLANCHE 26. Fegatella.
PLANCHE 27. Sauteria, Peltolepis.
PLANCHE 28. Fimbriaria.
PLANCHE 29. Preissia.
PLANCHE 30. Marchantia.
PLANCHE 31. Marchantia, Preissia.
PLANCHE 32. Preissia, Marchantia.
PLANCHE 33. *La symbiose lichénique chez le* Solorina saccata *et le* S. crocea.

PLANCHE 34. *Médullosées.*
PLTNCHE 35. *Feuilles panachées de* Tropœlum majus.
PLANCHE 36. Dracaena *dans la forêt d'Ambre.*
PLANCHE 37. *Cascade dans la forêt d'Ambre.*
PLANCHE 38. *Coin de forêt de la montagne d'Ambre.*
PLANCHE 39. Euphorbia canariensis *L.*
PLANCHE 40. Euphorbia resinifera *Berg et Schmidt.*
PLANCHE 41. Euphorbia Beaumierana *Hook. f. et boss.*
PLANCHE 42. Asphodelus luteus *et* Asphodelus luteoides.
PLANCHE 43. Asphodelus luteus.
PLANCHE 44. Asphodelus luteoides *et* Asphodelus luteus.
PLANCHE 45. *Flore fossile de Varennes.*
PLANCHE 46. *Galles d'*Aulax Papaveris.
PLANCHE 47. *Galles d'*Aulax minor.
PLANCHE 48. *Galles d'*Aulax minor.
PLANCHE 49. *Galle d'*Aulax minor.
PLANCHE 50. *Galle d'*Aulax minor.
PLANCHE 51. *Galle d'*Aulax minor.
PLANCHE 52. *Galle d'*Aulax minor.
PLANCHE 53. *Galle d'*Aulax papaveris.
PLANCHE 54. *Racine de Courge.* I.
PLANCHE 55. *Racine de Courge.* II.
PLANCHE 56. *Racine de Courge.* III.
PLANCHE 57. *Racine de Courge.* IV.
PLANCHE 58. *Racine de Ricin.* I.
PLANCHE 59. *Racine de Ricin.* II.
PLANCHE 60. *Racine de Haricot.* I.
PLANCHE 61. *Racine de Haricot.* II.
PLANCHE 62. *Racine de Pois.* I.
PLANCHE 63. *Racine de Pois.* II.
PLANCHE 64. *Racine de Maïs.* I.
PLANCHE 65. *Bourgeon d'*Elodea canadensis.
PLANCHE 66. *Cellules des stigmates d'*Iris germanica.
PORTRAIT : *A. Saccardo.*
PORTRAIT : *E. Boudier.*
CARTE : *Vexin Français* $\left(\frac{1}{220.000}\right)$.

Ce tome renferme en outre 149 figures et 1 carte dans le texte.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

ALLORGE (Pierre). Les associations végétales du Vexin français. 481, 589, 708, 792

ARLOING (F.) et RICHARD (G.). Sur les corpuscules métachromatiques des Corynebactéries (Bacilles diphtériques et pseudo-diphtériques). — Cytologie expérimentale et comparée 88

AUMIOT (J.). Expériences de rajeunissement et de perfectionnement de la pomme de terre. 183, 244

BIORET (G.). Revue des travaux parus sur les lichens de 1910 à 1919 . . . . . 63, 146, 214, 264, 328, 372

CARPENTIER (A.). Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1910-1919. 437, 471, 558, 653, 771

CARPENTIER (A.). Note sur quelques végétaux à structure conservée des environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace) 684

DANIEL (Lucien). Obtention d'une espèce nouvelle d'Asphodèle par l'action du climat marin 225, 316, 357, 420

DE LA VAULX (Roland) et MARTY (Pierre). Adjonctions à la flore fossile de Varennes 238

DOUIN (Robert). Recherches sur les Marchantiées . . . 34, 99, 190

DUFOUR (Léon). Notice sur l'œuvre scientifique du Professeur Saccardo 5

DUFOUR (L.). Notice sur Emile Boudier 673

GUILLERMOND (A.). Nouvelles observations sur l'origine des plastides dans les Phanérogames 401, 449

JAHANDIEZ (Emile). Les Euphorbes Cactoïdes du nord-ouest de l'Afrique 177

JUMELLE (Henri). Le genre Sclerocarya à Madagascar. 753

KOHLER (Mlle Denise). Etude de la variation des acides organiques au cours de la pigmentation anthocyanique 265, 337

LUMIÈRE (Auguste). Le rythme saisonnier et le réveil de la terre . 545

MOLLIARD (M). La galle de l'*Aulax minor* Hartig 263

MOREAU (M. et Mme Fernand). Les différentes formes de la symbiose lychénique chez le *Solorina Saccata* Ach. et le *Solorina Crocea* Ach. 81

POISSON (H.). La flore septentrionale de Madagascar et la flore malgache 577, 694, 758

SPRECHER (Andreas). Recherches cryoscopiques sur des sucs végétaux 11

VAN-OYE (Paul). Influence des facteurs climatiques sur la répartition des Epiphytes à la surface des troncs d'arbres à Java. . . . 161

Nemours.— Imp. André LESOT. *Le Gérant :* Emile MICHAUDON